

# Uso del modelo de aprendizaje inverso para mejorar materiales educativos universitarios

Juan Ángel Contreras<sup>1</sup>, Juan Arias Masa<sup>2</sup>, Malena G. Melo Andrade<sup>3</sup>, Rafael Martín Espada<sup>4</sup>

[jaconvas@unex.es](mailto:jaconvas@unex.es), [jarias@unex.es](mailto:jarias@unex.es), [m\\_g\\_melo@yahoo.com](mailto:m_g_melo@yahoo.com), [rmartin@unex.es](mailto:rmartin@unex.es)

<sup>1</sup> Profesor Colaborador de la Universidad de Extremadura, Centro Universitario de Mérida, 06800, Mérida, España.

<sup>2</sup> Profesor Titular Escuela Universitaria de la Universidad de Extremadura, Centro Universitario de Mérida, 06800, Mérida, España.

<sup>3</sup> Doctora en Tecnología Informáticas por la Universidad de Extremadura, Centro Universitario de Mérida, 06800, Mérida, España.

<sup>4</sup> Profesor Ayudante de la Universidad de Extremadura, Escuela Politécnica de Cáceres, 10000, Cáceres, España.

DOI: [10.17013/risti.23.17-32](https://doi.org/10.17013/risti.23.17-32)

**Resumen:** Este trabajo describe una investigación experimental donde, haciendo uso de la clase inversa, se detectan las deficiencias de los materiales educativos empleados en la docencia universitaria para su mejora. En el proceso educativo los materiales utilizados pasan por diversas etapas hasta ser puestos a disposición de los alumnos: definición de los contenidos, selección de las fuentes de información, procesamiento de los materiales adaptándolos a los contenidos, puesta a disposición de los estudiantes, estudio de los mismos, comprobación de defectos de asimilación y sus motivos, mejora de los materiales y, por último, la comprobación de que la mejora realizada genera los efectos oportunos. Se realiza un experimento para la detección, mejora y comprobación de esa mejora de algunos materiales educativos. Se utilizan cuestionarios del tipo Just In Time Teaching/Flipped Classroom, para obtener información de los alumnos. Y se realiza una investigación mixta, para la detección de los materiales a mejorar y para comprobar los efectos de aplicación de la misma.

**Palabras-clave:** Clase Inversa; Educación Universitaria; Metodologías Mixtas; Ingeniería de Software; Materiales Educativos.

## *Use of the Flipped Learning Model to improve university educational materials*

**Abstract:** This paper describes an experimental research where, using the inverse class, the deficiencies of the educational materials used in university teaching are detected for its improvement. In the educational process the materials used go through several stages until they are made available to the students: definition of the contents, selection of information sources, processing of the materials adapting

them to the contents, making available to students, study of the same, verification of assimilation defects and their reasons, improvement of the materials and, finally, the verification that the improvement made generates the appropriate effects. An experiment is carried out to detect, improve and verify the improvement of some educational materials. Just In Time Teaching / Flipped Classroom questionnaires are used to obtain student information. And a mixed investigation is carried out, to detect the materials to be improved and to verify the application effects of the same.

**Keywords:** Flipped Classroom; University Education; Mixed Analysis; Software Engineering; Educational Materials.

## 1. Introducción.

El material educativo usado para impartir la docencia universitaria no suele pasar por filtros que permitan verificar si con la utilización de los mismos se consiguen los objetivos para los cuales son utilizados. La mayoría de las veces, estos materiales, son recogidos de las bibliografías más comúnmente utilizadas en las materias en las que se quiere formar, y en otros casos, menos comunes, son creados “ad hoc” para conseguir los objetivos que se persiguen. Por ello, en esta investigación nos proponemos realizar un estudio experimental de seguimiento de algunos de los materiales utilizados en la docencia universitaria para comprobar si cumplen la función formativa que había sido prevista, y, en el caso de que se detecte que no es así, realizar una mejora en los mismos para que cumplan su función. En concreto, se utilizará el tema de estudio relacionados con la materia de Ingeniería de Software que se imparte en el Grado de Ingeniería en Informática en la Universidad de Extremadura.

Se utilizará una metodología de investigación mixta (Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P., 2014), en la que son los alumnos los que opinan sobre qué parte del tema a tratar es la que menos comprenden.

En los siguientes apartados de este artículo, se explicará más en profundidad los procedimientos llevados a cabo. Se ha dividido el artículo en las siguientes secciones: una introducción en el apartado que nos ocupa, una sección de contexto donde se contextualizará los elementos fundamentales de la investigación, una sección de metodología donde se explicará concretamente el proceso que se ha seguido, una sección para la obtención de los resultados y análisis de los mismos, tanto para los datos cualitativos como los cuantitativos, y una última sección de conclusiones.

## 2. Contexto

La investigación se ha realizado en el Centro Universitario de Mérida de la Universidad de Extremadura en España. Concretamente, se ha realizado en el Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información. El Grado está compuesto de cuatro cursos en el que, en los dos primeros, se estudian principalmente las asignaturas básicas del mismo y comunes a las distintas ingenierías, en el tercer y cuarto curso se estudian las materias específicas obligatorias de las tecnologías de la información y otras materias adicionales optativas que permiten a los alumnos mejorar sus conocimientos en torno a diferentes itinerarios de especialización. Para el caso concreto actual, la investigación utiliza una de las asignaturas de tercer curso llamada Ingeniería de Software en la que el profesor coordinador es el autor de este artículo.

Aunque el Centro Universitario de Mérida es un centro pequeño donde no se dispone de gran número de alumnos por aula, elegimos esta asignatura por ser una asignatura obligatoria donde el número de alumnos se mantiene constante en el tiempo. Además, otro motivo por lo que se ha elegido la misma, además de tener, los autores, los conocimientos suficientes en la materia, fue la posibilidad de acceder a la información proporcionada por los alumnos de forma sencilla ya que se interactuaba con ellos en la asignatura y era posible conseguir los datos que se buscaban de forma experimental.

En la asignatura se utiliza la bibliografía básica de algunos autores como (Pressman, Roger S., 2002), (Pressman, Roger S., 2010), (Rumbaugh, J.; Jacobson, I. y Booch, G., 2000) y (Humphrey, W.S., 2001) entre otros. Una breve descripción de los contenidos teóricos y prácticos que se abordan en la asignatura de Ingeniería de Software son los siguientes: Conocer los fundamentos de la ingeniería del software y los conceptos de sistema informático y de ciclo de vida. Conocer los diferentes modelos de desarrollo, técnicas y herramientas asociadas, las actividades que debe realizar el ingeniero de software durante un desarrollo software: Especificación, diseño y construcción de sistemas software. Conocer los estándares para asegurar la calidad del software. Planificar y gestionar el desarrollo de proyectos informáticos. Analizar los riesgos que pueden afectar el desarrollo de un proyecto.

En concreto, la descripción de estos contenidos, se materializa en la división del temario teórico de la asignatura en siete temas además de las prácticas. De todos ellos, la investigación se va a centrar sobre el tema 1, donde se contextualiza la asignatura. El tema 1 se titula “Contextualización de la asignatura de Ingeniería de Software”. En este tema se desarrollan conceptos relacionados con: la definición de sistemas, definición de metodología, clasificación de las distintas metodologías de desarrollo de software, se abordan conceptos sobre los distintos ciclos de vida de desarrollo de software (cascada, espiral, orientado a objeto, etc.), se abordan las nociones básicas de distintas herramientas y de lenguajes de modelado junto con algunos modelos y diagramas del lenguaje, se revisa el lenguaje con ejemplos, etc. El resto de temas no se tendrá en cuenta en esta investigación.

Se mejorarán aquellos materiales del tema en función de la opinión de los alumnos, solo se realizará la mejorará sobre alguno de los materiales detectados, y se volverá a valorar si con los cambios introducidos en los materiales se consigue aumentar el entendimiento de los mismos por parte de los alumnos.

### **3. Metodología**

La metodología de investigación que se ha utilizado es una investigación mixta, es decir, se ha utilizado una metodología cualitativa junto con otra metodología cuantitativa y en este orden. La metodología cualitativa (Martínez, M. & Miguélez, M.M., 2006) se utiliza para averiguar cuáles son las áreas de mejora en el tema de estudio a estimación de los alumnos; con ella se pretende saber cuáles son las partes del tema que tienen más dificultad de asimilación. Posteriormente, se elegirá una de las partes del tema con menos comprensión por parte del alumno, y se procederá a mejorar algunos de los elementos de la misma. Con los nuevos materiales generados se volverá a explicar la parte mal comprendida y se comprobará si el nuevo material utilizado cumple con la función que se esperaba. La metodología cuantitativa se utiliza para comprobar de forma estadística el cumplimiento de una hipótesis, que formularemos posteriormente, sobre

la consecución de la mejora de los nuevos materiales que se han creado o modificado. Se utilizarán los datos obtenidos como resultado de realizar un cuestionario a los alumnos después de explicar los nuevos materiales creados. Este tipo de investigación mixta, ya se ha utilizado con éxito en otras investigaciones anteriores como en (Contreras, J.A.; Luengo, R.; Arias, J. y Casas, L.M., 2014a) y (Contreras, J.A.; Luengo, R.; Arias, J. y Casas, L.M., 2014b) por lo que creemos que es posible volver a utilizarla en esta nueva investigación.

El proceso completo que se va a realizar en la investigación se puede visualizar en la siguiente *Figura 1*.



Figura 1 – Proceso a realizar en la investigación.

Siguiendo el esquema de la figura anterior, se va a especificar cada uno de los puntos por separado indicando como se han llevado a cabo y poniendo de manifiesto las distintas herramientas utilizadas.

### 3.1. Detección de los elementos a mejorar del tema.

Para realizar este proceso se utiliza la metodología de investigación cualitativa como eje fundamental. Esta metodología se aplica a una información textual que recabaremos de los alumnos.

Al inicio del tema, antes de explicar y realizar los ejercicios prácticos en clase, se les pide a los alumnos una información, para ello, los alumnos deben estudiar el tema y, antes de la primera clase, deben responder de forma electrónica a un cuestionario que se encuentra en el espacio virtual de la asignatura. Es un cuestionario es de tipo Just In Time Teaching / Flipped Classroom (en adelante JITT/FC) similar al creado por Alfredo Prieto y otros (Prieto Martin, A.; Díaz Martin, D.; Monserrat Sanz, J. y Reyes Martin, E., 2014) siguiendo las recomendaciones de profesores como McKeachie (McKeachie, W.J. & Svinicki, M., 2006), Felder (Felder, R. & Brent, R., 2006) y otros. Aplicaciones y casos de estudio de ejemplos de cómo realizar el Flipped Classroom los tenemos en (Tucker, B., 2012) y (Herreid, C.F. & Schiller, N.A., 2013).

El cuestionario que remitimos a nuestros alumnos se puede ver en la *Figura 2*.

El cuestionario se compone de cinco preguntas numeradas. La primera se utiliza para que los alumnos sintetizen las cuestiones más importantes del tema, con ello se pueden detectar: lagunas de conocimientos sobre el tema de estudio, si dan más importancia a determinadas cuestiones que realmente no la tienen, su forma de realizar síntesis y resúmenes, etc. La segunda pregunta, está relacionada con su creencia sobre lo que debe ser profundizado en clase, bien porque no está suficientemente explicado en el texto, o bien, porque de alguna forma llama su atención y, para el tema de estudio realmente no la tiene; lo que conlleva una explicación más profunda. Deben dar una explicación del

## Responder a las siguientes preguntas tema 1

El alumno deberá responder a las siguientes preguntas subiendo un archivo doc o pdf.

- 1.- Después de leerle el Tema 1 de Teoría. Resume en menos de 200 palabras que es lo más importante que has aprendido en este tema y justifica por qué.
- 2.- ¿Qué parte del tema te parece más necesario profundizar en clase? ¿por qué?
- 3.- ¿Qué es lo que te ha quedado menos claro del tema?
- 4.- ¿Qué dos preguntas te gustaría que te respondiera en la siguiente clase?
- 5.- ¿Cuánto tiempo en minutos has necesitado para leerle los materiales del tema y contestar a este cuestionario?

Figura 2 – Cuestionario utilizado para responder los alumnos antes de la primera clase del tema.

porque hay que profundizar más y no quedarse sólo en apuntarlo. La tercera pregunta es clave para esta investigación, ya que, indican que parte del tema le ha quedado menos claro o no la han entendido suficientemente. La información que aparece en esta pregunta es la que se va a utilizar para realizar el análisis cualitativo y detectar qué partes del tema los alumnos consideran que hay que mejorar. La cuarta pregunta se utiliza para que los alumnos se realicen preguntas sobre el tema estudiado y puedan responderse entre ellos mismos y, en el caso de que no fuera posible, formulen al menos dos de ellas, y las publiquen, para que se pueda interactuar en clase sobre ellas. Esta acción puede servir al profesor para interactuar entre los propios alumnos o entre el profesor y los alumnos. No obstante, la mayoría de estas preguntas quedan satisfechas conforme se va desarrollando el tema en clase. Pese a ello, si al final del desarrollo del tema hay algunas de estas preguntas que quedan sin responder se le daría la respuesta adecuada al alumno en particular o, a todo el grupo, si se detecta que son de interés para todos. Con la quinta, y última pregunta, se pretende realizar la valoración temporal de trabajo que supone el estudio del tema en cuestión; esto permite comprobar el tiempo dedicado al estudio por cada alumno y compararlo con la media o el valor establecido por el profesor, así como detectar aquellos alumnos que no le dedican el tiempo suficiente o los que necesitan dedicar más tiempo del necesario.

Con la información que ha generado cada alumno en la tercera pregunta se extraerá y formará un corpus de respuestas que se analizarán mediante el análisis cualitativo. Este análisis se realizará utilizando el software WebQDA (Souza, F.N.; Costa, A.P. & Moreira, A., 2011). Se analizarán todas las respuestas para detectar cuales son las partes del tema que no han quedado claras para la mayoría de los alumnos, o al menos para una gran parte de ellos. Es posible, al realizar este análisis, se deduzca que hay más de una parte del tema que no está lo suficientemente claro. En lo que respecta a esta investigación experimental solo se seleccionará, a juicio del profesor, una de ellas que será la que considere más relevante.

### 3.2. Elección de uno de los elementos a mejorar.

Una vez analizada la información, realizado la categorización de la información de los textos fuentes y, detectado las partes del tema que son susceptibles de mejora, el profesor debe establecer algún criterio que permita decidir cuál debe elegir de todas

las posibles mejoras existentes. En caso particular de este experimento, el criterio que se ha seguido para elegir un área de mejora no es el número de referencias de cada una de las categorías que contiene el análisis, sino que el profesor, teniendo en cuenta un valor cuantitativo del número de alumnos al que le han quedado menos claro esa parte del tema, elige aquella parte que le parece más importante a su criterio y experiencia. No obstante, en el caso de que haya distintas áreas de mejora con similar número de referencias por parte de los alumnos, se pueden ir abordando secuencialmente cada una de ellas, no siendo el orden de elección una cuestión importante si se abordasen todas las cuestiones que sí son interesantes para los alumnos.

### 3.3. Creación de los nuevos materiales

Establecido el área de mejora principal, según los criterios establecidos por el profesor, se deberán generar los nuevos materiales que permitan explicar esa parte del tema que a los alumnos les cuesta más entender independientemente de su causa.

La forma de llevar a cabo esta aportación quedará a criterio del profesor o equipo docente. Es decir, son ellos los deben establecer, en el caso de mantener esa parte del tema, como mejorar la explicación existente. Esto puede realizarse de diversas formas como: utilizando nueva bibliografía donde quede explicado de forma alternativa con mejores recursos la explicación anterior, creando nuevos elementos de información que permitan aclarar las partes de la explicación que son susceptible de aclaración, ampliando la documentación con nuevos elementos la información creados “ad hoc”, etc.

### 3.4. Comprobación de la mejora

Para comprobar la mejora de los materiales se ha realizado una encuesta a los alumnos en dos periodos. El cuestionario utilizado se construyó en el aula virtual que utiliza la asignatura de Ingeniería de Software, y lo realizaron los alumnos dos veces. La primera vez fue después de realizar el primer estudio de los materiales originales. Los alumnos puntuaron de 0 (nada) a 10 (mucho), qué le habían parecido la explicación de los materiales originales. La segunda vez, después de preparar los nuevos materiales docentes, se les volvió a mostrar los nuevos materiales elaborados para que los estudiaran de nuevo, y los volvieran a puntuar de 0 (nada) a 10 (mucho), en función de su apreciación de la comprensión de los nuevos materiales estudiados.

Podemos observar el cuestionario realizado, tanto antes como después de la explicación de los nuevos materiales, en las siguientes *Figura 3 y Figura 4*. Se debe tener en cuenta que la explicación A corresponde a los materiales originales, y la explicación B corresponde a los materiales mejorados.

**Puntúe de 1 a 10 el grado de entendimiento de la explicación A, teniendo en cuenta que 0 significa nada y 10 mucho.**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Figura 3 – Pregunta para recoger la puntuación de los alumnos a los materiales originales (A).

Puntúe de 1 a 10 el grado de entendimiento de la explicación B, teniendo en cuenta que 0 significa nada y 10 mucho.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Figura 4 – Pregunta para recoger la puntuación de los alumnos a los materiales mejorados (B).

La hipótesis manejada inicialmente en la investigación ( $H_1$ ) fue la siguiente: “Los nuevos materiales mejoran la explicación y la comprensión de los alumnos sobre la parte del tema elegida”. Esta hipótesis deberá ser validada mediante alguna prueba de inferencia estadística. Para ello, se ha utilizado el software de análisis estadístico SPSS<sup>1</sup>, de IBM, en su versión 19.

Al ser una muestra pequeña de alumnos, el tipo de las pruebas inferenciales estadísticas que se utilizarán son pruebas de tipo no paramétricas. En este caso concreto, se comprobará la hipótesis nula ( $H_0$ ) para que en el caso de que no se produzca su cumplimiento, con un error de menos del 5%, poder establecer como válida la hipótesis inicial ( $H_1$ ). En concreto, se realizará la prueba de rangos con signos de Wilcoxon, al tratarse de muestras relacionadas, se observará la diferencia entre los valores obtenidos del cuestionario a los alumnos, en los dos periodos de preguntas (A y B).

## 4. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos y la discusión sobre los mismos se organizan siguiendo la metodología explicada anteriormente, es decir, en primer lugar, se mostrarán los datos de los test realizados a los alumnos, sólo se mostrará un ejemplo de las respuestas de test, y se comentarán las mismas. Posteriormente se mostrarán los resultados del análisis cualitativo realizado con las respuestas a la pregunta número tres y se realizarán los comentarios pertinentes. A continuación, se decidirá el elemento a mejorar de entre todos los posibles. Después, se actualizarán o crearán los nuevos materiales sobre el elemento de mejora elegido. Y, por último, se mostrarán los resultados de comprobar cuál de los materiales les parece mejor a los alumnos y el análisis estadístico realizado sobre los mismos.

### 4.1. Resultados de la detección de los elementos a mejorar del tema

En el siguiente ejemplo de la *Figura 5*, se puede observar el análisis cualitativo realizado sobre la fuente de información utilizada. El resto de los test realizados por los alumnos son similares al de este ejemplo.

Se obtuvieron todas las respuestas dadas por los alumnos a la pregunta: “3.- *¿Qué es lo que te ha quedado menos claro del tema?*”, y se generó, un corpus textual con el que se realizó el análisis cualitativo utilizando el software WebQDA. Las categorías obtenidas

<sup>1</sup> IBM SPSS Statistics Base es una familia de productos que aborda todo el proceso analítico, desde la planificación y la recopilación de datos al análisis, la creación de informes y el despliegue. Se encuentra en: <http://www-03.ibm.com/software/products/es/spss-stats-base>

1.- Después de leerle el Tema 1 de Teoría. Resume en menos de 200 palabras que es lo más importante que has aprendido en este tema y justifica por qué.

En este primer tema se pone en contexto la asignatura, se explica la necesidad de una metodología para conseguir solventar la crisis del software de los 60 y los distintos ciclos de vida con sus características y estructuras. En la segunda parte se explican y desarrollan los distintos tipos de diagramas UML, modelos y sus usos.

Lo más importante del tema, desde mi punto de vista, es conocer los distintos ciclos de vida y saber diferenciarlos, conocer cuando resulta más conveniente utilizar uno u otro en función del tipo de software que se vaya a desarrollar para optimizar al máximo el desarrollo, abaratar costes y acortar plazos de entrega.

Junto con este apartado, el conocimiento de los diagramas de modelado UML resulta indispensable para estudiar la evolución del sistema y la interacción entre los elementos que lo componen, por tanto es necesario para un correcto modelado del sistema a desarrollar conocer los distintos diagramas posibles, el objetivo de cada uno y la forma en la que los elementos se relacionan. Lo principal es aprender a optimizar el desarrollo del software en todos los aspectos.

2.- ¿Qué parte del tema te parece más necesario profundizar en clase? ¿por qué?

Personalmente, los distintos diagramas UML y distintos modelos de comportamiento no me han quedado del todo claros. Vienen diagramas de secuencias en imágenes que me cuesta entender. El ciclo de vida en espiral también es complejo de comprender y sería conveniente profundizar más.

Por otro lado considero que es importante aprender a diferenciar entre los ciclos de vida y cual es más óptimo utilizar en según qué proyecto de desarrollo de software, por tanto sería bueno profundizar en esta parte.

3.- ¿Qué es lo que te ha quedado menos claro del tema?

Los modelos de diagrama UML, especialmente el modelo de comportamiento no me ha quedado claro, así como el ciclo de vida en espiral.

4.- ¿Qué dos preguntas te gustaría que te respondiera en la siguiente clase?

¿Cuándo es más oportuno llevar a cabo un ciclo de vida en espiral y cuándo uno en cascada con reducción de riesgos? ¿El diagrama de secuencias de invocación recursiva y destrucción de objetos cómo funciona?

5.- ¿Cuánto tiempo en minutos has necesitado para leerle los materiales del tema y contestar a este cuestionario?

115 minutos aproximadamente.

Figura 5 – Ejemplo de respuestas al test JITT/FC.

del análisis, incluyendo las agrupaciones de cada una de ellas están recogidas en la *Tabla 1*. Se puede observar, en la misma, el resultado final del análisis cualitativo realizado referido al número de referencias que obtuvieron cada una de las categorías simples o grupales.

Categoría Grupal	Categoría Simple	Número de Referencias
UML	Diagramas UML	7
	Modelos UML	7
	UML en general	3
Ciclo de vida	Ciclo de vida en Cascada	0
	Ciclo de vida en espiral	5
	Ciclos de vida en general	1
Metodología	Metodología	2

Tabla 1 – Resultado del análisis cualitativo.

Se puede observar en la tabla anterior, entre todos los contenidos del tema 1, las cuestiones que les quedan menos claras a los alumnos, y en este orden, son las siguientes:

- Información sobre UML (Lenguaje de Modelado Unificado): entre este grupo se encuentran los diagramas UML, los modelos UML, así como otras cuestiones generales del lenguaje. No obstante, esta parte del tema se verá más en profundidad durante el desarrollo del mismo en clase, incluso realizando ejemplos y prácticas sobre ellos, lo que permitirá una mejor comprensión de esta parte del tema al finalizar la explicación del mismo.

- Información sobre los ciclos de vida del software: en este grupo se encuentran fundamentalmente el ciclo de vida en cascada, el ciclo de vida en espiral y otras cuestiones sobre los ciclos de vida. Estos elementos son conceptos teóricos apoyados por elementos gráficos para su explicación, y no se realizarán ejercicios ni prácticas posteriores sobre ellos. La información que existe debe ser suficiente para su comprensión. Nos llama la atención, la dificultad de comprensión en el ciclo de vida en espiral, por lo que este puede ser un candidato óptimo para realizar la mejora de los materiales.
- Información sobre metodologías: aunque existe una mínima dificultad de comprensión en este grupo, estas dudas pueden ser resueltas en clase con alguna explicación adicional. También se ha de decir, que en clase se trabajarán las distintas metodologías, aquí definidas, durante todo el curso, por los que su comprensión al final del mismo debe quedar resuelta suficientemente.

Si los alumnos tienen dificultad en comprender algún gráfico explicativo, este debería ser mejorado para que dichas dificultades desaparezcan o se minimicen.

#### 4.2. Elección de uno de los elementos a mejorar del tema

Después de realizar el estudio cualitativo se observa que las tres categorías, donde los alumnos inciden con más énfasis en la posible mejora son: los diagramas y modelos UML con igual valoración (7 referencias) y el ciclo de vida en espiral (5 referencias). En el resto de categorías inciden en menor medida.

Por tanto, teniendo en cuenta que con UML se realizarán prácticas adicionales, que no están recogidas en la parte teórica, esto contribuirá a mejorar el entendimiento del lenguaje. Es por ello, por lo que se decide que el área de mejora más inmediata debe ser el ciclo de vida en espiral. Y es en éste área de mejora en el que nos vamos a centrar en esta segunda parte de la investigación.

#### 4.3. Creación o mejora de los materiales docentes

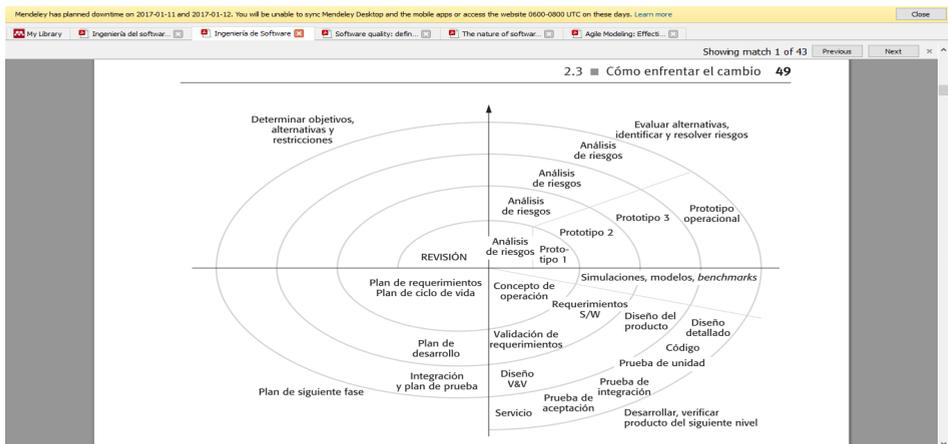


Figura 6 – Gráfico de la espiral.

Los materiales originales utilizados para realizar la explicación sobre el ciclo de vida en espiral constan de un gráfico y un texto explicativo. El gráfico es similar al de la *Figura 1*.

El texto explicativo que acompaña a la figura anterior es el siguiente: *“Propuesto inicialmente por Boehm en 1988. Consiste en una serie de ciclos que se repiten. Cada uno tiene las mismas fases y cuando termina da un producto ampliado con respecto al ciclo anterior. En este sentido es parecido al modelo incremental, la diferencia importante es que tiene en cuenta el concepto de riesgo. Un riesgo puede ser muchas cosas: requisitos no comprendidos, mal diseño, errores en la implementación, etc. Una representación típica de esta estructura se muestra en la figura.”*

Para ampliación de información sobre la espiral de Boehm se puede encontrar en (Boehm, 1988) y (Boehm, B., 2000). No obstante, considerando las dificultades que tienen los alumnos en su comprensión, decidimos mejorar la misma incorporando elementos que quizás no estén claramente implícitos al observar la figura y la explicación original anterior. Incluso recurrimos al color para mejorar la visualización de la misma. El resultado de esta mejora, sin incluir el texto explicativo anterior, que se mantiene en la nueva explicación, se puede observar de forma ordenada y en varias figuras nuevas en la siguiente *Figura 7*. En ella se observa las distintas fases en las que se divide la espiral, las tareas globales que hay que realizar en cada uno de los cuadrantes de la espiral, numerados en orden en el que se realizan, los distintos ciclos de la espiral, cada uno de ellos con un color diferente (rojo, azul, verde y marrón) y el sentido de la lectura de cada ciclo.

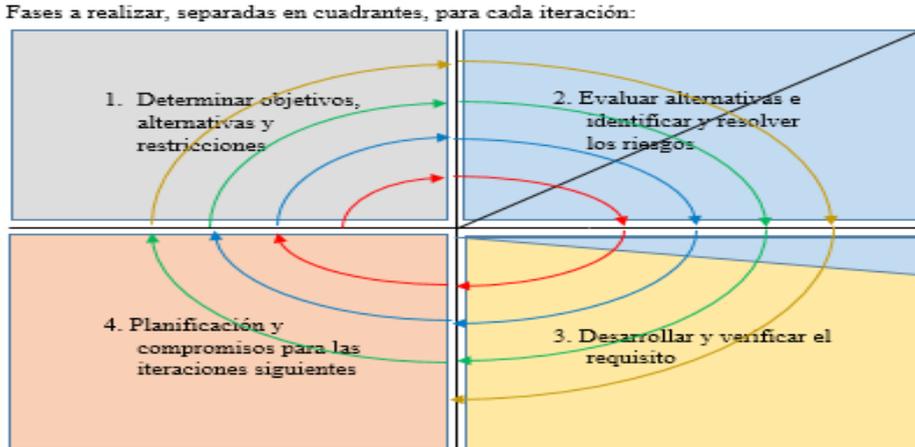


Figura 7 – Explicación general de cómo realizar la lectura de la espiral.

En cada cuadrante se realizan solo las acciones que se indican para cada ciclo. Por ejemplo, en el cuadrante 1 se determinarán los objetivos, las alternativas y las restricciones, tanto para el ciclo 1 (rojo) como para el ciclo 2 (azul), 3 (verde) y 4 (marrón). La espiral se lee comenzando por el ciclo 1 en el sentido que indican las flechas hasta llegar al ciclo 4.

La lectura de la espiral, por ciclos, con las tareas que se realizan en cada ciclo, se puede observar en las siguientes *Figura 8*, *Figura 9*, *Figura 10* y *Figura 11*.

Ciclo 1

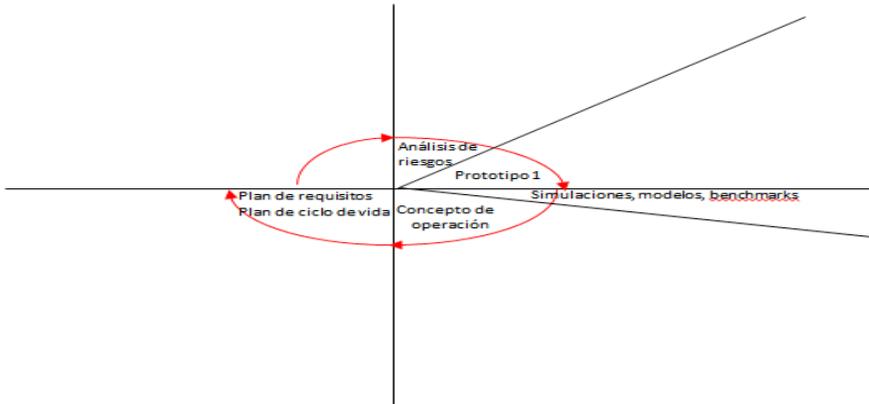


Figura 8 – Lectura del ciclo 1 de la espiral junto con las tareas a realizar en el mismo.

Ciclo 2

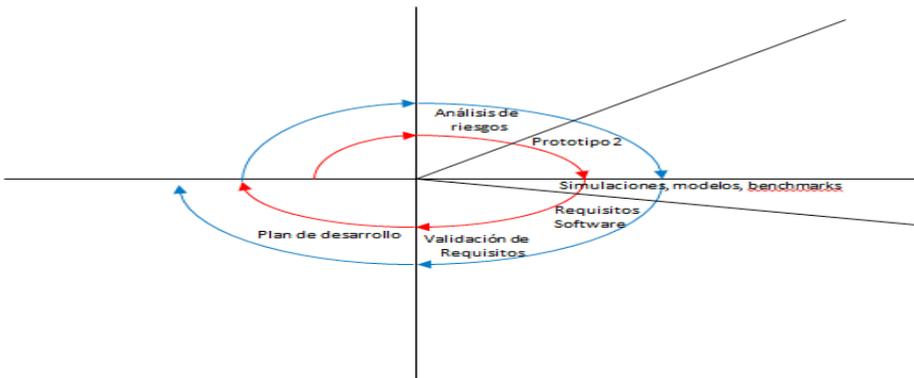


Figura 9 – Lectura del ciclo 2 de la espiral junto con las tareas a realizar en el mismo.

Ciclo 3

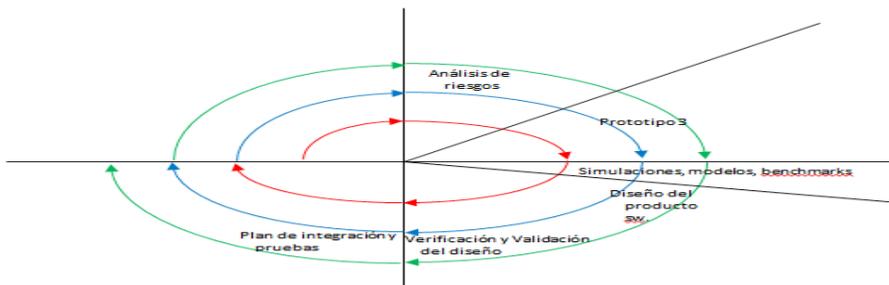


Figura 10 – Lectura del ciclo 3 de la espiral junto con las tareas a realizar en el mismo.

Ciclo 4

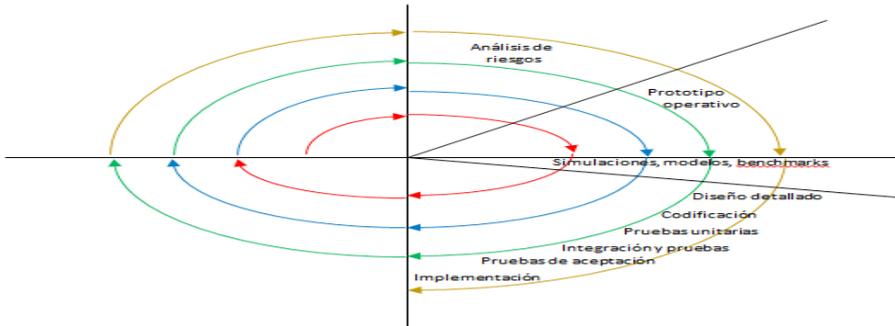


Figura 11 – Lectura del ciclo 4 de la espiral junto con las tareas a realizar en el mismo.

Por último, ya solo habría que volver a poner la explicación original mejorada tal como se observa a continuación.

Fases:

- Determinar objetivos, alternativas y restricciones:
  - Objetivos: Se hacen entrevistas a los clientes, se les hace rellenar cuestionarios, etc.
  - Alternativas: Son las diferentes formas posibles de conseguir los objetivos. Se consideran desde dos puntos de vista:
    - Características del producto.
    - Formas de gestionar el proyecto.
  - Restricciones:
    - Desde el punto de vista del producto: Interfaces de tal o cual manera, rendimiento, etc.
    - Desde el punto de vista organizativo: Coste, tiempo, personal, etc.
- Evaluar alternativas e identificar y resolver los riesgos:
  - Riesgos: Lista de riesgos identificados.
  - Resolución de los riesgos: la técnica más usada es la construcción de prototipos.
- Desarrollar y verificar el requisito:
  - Resultados: Es el producto que queda después de la resolución de los riesgos.
- Planificación y compromisos para las iteraciones siguientes:
  - Planes: Lo que se va a hacer en la siguiente fase.
  - Compromiso: Decisiones de gestión sobre como continuar.

#### 4.4. Comprobación de la mejora de los materiales

Finalizado el proceso de explicación de los nuevos materiales, los alumnos vuelven a evaluar la nueva explicación B. Con la puntuación obtenida, junto con la que se obtuvo

inicialmente de la explicación A, se podrá determinar el cumplimiento o no de la hipótesis. Los datos obtenidos se pueden observar en la *Tabla II*.

<b>Alumnos</b>	<b>Explicación A</b>	<b>Explicación B</b>
LCG	6	9
AMCS	5	10
JGB	5	9
FGP	4	9
PGF	6	9
RMF	3	9
RJMD	4	8
JJNM	5	9
PPF	8	10
ARR	7	10
CRP	4	9
LVR	7	10
JVG	6	9

Tabla II – Resultados de las valoraciones de los alumnos en cada explicación.

Se comprobará si se cumple la hipótesis alternativa ( $H_0$ ): “Los nuevos materiales NO mejoran la explicación y la comprensión de los alumnos sobre la parte del tema elegida”, de tal forma de que si el valor de la significación en la prueba de rangos con signo de Wilcoxon es menor que 0,05 cambiaremos de opinión y aceptaremos la hipótesis inicial ( $H_1$ ). En la *Tabla III* se observa la información de la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, y en la *Tabla IV* los valores estadísticos de esta misma prueba.

<b>Rangos</b>				
		<b>N</b>	<b>Rango promedio</b>	<b>Suma de rangos</b>
ExplicacionB - ExplicacionA	Rangos negativos	0a	,00	,00
	Rangos positivos	13b	7,00	91,00
	Empates	0c		
	Total	13		

a. ExplicacionB < ExplicacionA b. ExplicacionB > ExplicacionA c. ExplicacionB = ExplicacionA

Tabla III – Información de la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Estadísticos de contraste <sup>b</sup>	
ExplicacionB - ExplicacionA	
Z	-3,207a
Sig. asintót. (bilateral)	,001

a. Basado en los rangos negativos. b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Tabla IV – Valores estadísticos de la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Siendo todo lo cauto que es necesario ser en estos casos, al ser una muestra pequeña de alumnos, y en función del valor de la variable Sig. asintót. (bilateral) de 0,001, hay evidencias significativas de que la hipótesis  $H_0$  no se cumple, por tanto, los alumnos entienden mejor la nueva explicación realizada con los nuevos materiales, por lo que la hipótesis planteada inicialmente ( $H_1$ ) queda validada con los datos obtenidos.

## 5. Conclusiones

Como conclusiones a esta investigación incidimos fundamentalmente en varias cuestiones importantes. La primera cuestión, se refiere a la metodología empleada en el experimento, es decir, la mezcla de herramientas y metodologías de investigación empleadas: JITT/FC para toma de información, análisis cualitativo para descubrir nuevo conocimiento, creación o mejora de materiales, aplicación de un cuestionario para recuperar información de la mejora, y, por último, comprobación de mejora mediante análisis cuantitativo.

La segunda cuestión, es el servicio que proporciona realizar el análisis cualitativo de los textos (respuestas de los alumnos a la pregunta 3). Ello ha permitido detectar elementos concretos de mejora en los materiales que estudian los alumnos, que se encuentran en un mar de información textual, y que sin este tipo de análisis no hubiesen salido a la luz. Por lo tanto, es importante recabar inicialmente las opiniones de los alumnos sobre lo que ellos consideran que es necesario mejorar en los materiales utilizando técnicas de este tipo.

La tercera cuestión, además de las mejoras que proporciona realizar este tipo de investigación mixta, es el agradecimiento que se obtiene de los alumnos cuando son ellos el foco de interacción para producir nuevos y mejores materiales docente. Su interacción es positiva y sincera y creo que debería ser más habitual este tipo de interacción. Proporciona una interesante retroalimentación de información que permite mejorar la docencia.

La última cuestión, y no por ello menos importante, es la mejora que se produce en los materiales de la propia asignatura en la que se realice este tipo de investigación ya que al mejorar los elementos que la componen se mejora su comprensión por parte de los alumnos. Bien sea por reestructuración de los elementos ya existentes o bien por la creación de nuevos elementos.

## Referencias

- Boehm, B. (1988). A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, 21(5), 61–72.
- Boehm, B. (2000). *Spiral Development: Experience, Principles, and Refinements*. Pittsburgh: Software Engineering Institute.
- Contreras, J.A., Luengo, R. Arias, J., & Casas, L.M. (2014a). *Análisis cualitativo y cuantitativo de las materias básicas de base de datos en las memorias de verificación de los títulos universitarios de Grado en Informática en las Universidades Españolas*. RISTI- Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, E2, 37–53.
- Contreras, J.A., Luengo, R., Arias, J., & Casas, L.M. (2014b). Análisis mixto, cualitativo-cuantitativo, de los contenidos básicos de las materias de base de datos en los Planes de Estudio Universitarios de Grado en Informática en la Universidad de Extremadura. En A. P., otros (Ed.), *3º Congreso Ibero-Americano en Investigación Cualitativa*. vol 1, págs. 138–142. Badajoz, España: Ludomedia.
- Felder, R., & Brent, R. (2006). How to teach (almost) anybody (almost) anything. *Education*, 40(3), 173–174.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). McGraw-Hill.
- Herreid, C.F., & Schiller, N.A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of college Science Teaching*, 42(5), 62–66.
- Humphrey, W.S. (2001). *Introducción al Proceso Software Personal*. Madrid: Pearson Educación (Addison Wesley).
- Martínez, M., & Miguélez, M. (2006). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. Mexico: Ed. Trillas.
- McKeachie, W. J., & Svinicki, M. (2006). *McKeachie's Teaching Tips: Strategie, Research and Theory for College and University Teachers* (12ª Edition). Boston, New York, EEUU: Houghton Mifflin Company.
- Pressman, Roger S. (2002). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico* (5ª Edición). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Pressman, Roger S. (2010). *Ingeniería de Software: un enfoque práctico* (7ª Edición). Mexico: McGraw-Hill.
- Prieto Martin, A., Díaz Martin, D., Monserrat Sanz, J., & Reyes Martin, E. (2014). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *Revisión*, 7(2), 76–92.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2000). *El Lenguaje Unificado de Modelado*. Madrid: Addison Wesley.

Souza, F.N., Costa, A.P., & Moreira, A. (2011). Análise de Dados Qualitativos Suportada pelo Software WebQDA. *VII Conferência Internacional de TIC na Educação: Perspetivas de Inovação*. pp. 49-56. Braga (Portugal).

Tucker, B. (2012). The flipped Classroom. *Education next*, 12(1) 82–83.