Resolución de problemas reales en comunicaciones vía satélite mediante herramientas de procesamiento y simulación

Resolution of real problems in satellite communications by means of processing and simulation tools

JOSÉ ANTONIO PÉREZ CARRASCO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9511-2499>

Universidad de Sevilla

Departamento de Teoría de la

Señal y Comunicaciones

jperez2@us.es

Fecha de recepción: 12-06-2019

Fecha de aceptación: 28-06-2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.034>

Pp.: 781-800

Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

Durante el curso 2018/19 se ha implementado un ciclo de mejora en la asignatura optativa de cuarto curso Comunicaciones Vía Satélite, dentro del grado de Ingeniería de las Tecnologías de Telecomunicación. Para este ciclo de mejora se han presentado diversas herramientas informáticas bastante estandarizadas en el ámbito empresarial para el análisis de comunicaciones vía satélite. Para el desarrollo del ciclo de mejora se han llevado a cabo diversas actividades colaborativas entre los alumnos para la resolución de un problema completo de comunicaciones vía satélite. Los resultados han reflejado una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos que han participado en la actividad gracias a la interacción activa de los mismos en la resolución del problema. Además, la actividad ha sido de mucho interés para los mismos y valorada muy positivamente, lo que demuestra el aspecto motivacional de la actividad presentada.

Palabras clave: Comunicaciones vía satélite, Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, docencia universitaria, experimentación docente universitaria, Matlab.

Abstract

During the 2018/19 academic year, an improvement cycle was applied to the optional subject *Satellite Communications*, within the degree of Telecommunications Technology Engineering. For this improvement cycle, several standardized IT tools in the business field have been presented for the analysis of satellite communications. To implement the improvement cycle, various collaborative activities have been carried out among the students to solve a complete problem of satellite communications. The results have reflected an improvement in the teaching-learning process in those students that participated in the activity mainly thanks to the active interaction in the resolution of the problem proposed. In addition, the activity has been very interesting for them and it has been valued very positively, which demonstrates the motivational aspect of the activity presented.

Keywords: Communications via satellite, Degree in Telecommunications Technology Engineering, University teaching, University teaching experience, Matlab.

Contexto de la intervención

La asignatura Comunicaciones Vía Satélite es optativa de cuarto curso en el Grado de Ingeniería de las Tecnologías de Comunicaciones. El número de alumnos matriculados en el curso 2018/2019 es 10. La clase dispone de todos los medios necesarios para el desarrollo de la docencia habitual: ordenador, proyector, pizarra, etc.

Una vez que el alumno ha llegado al último cuatrimestre de su carrera ya ha aprendido a manejar y programar usando algunas herramientas de procesamiento como Matlab y similares. En este curso se pretende que el alumno visualice mediante el uso de diferentes GUIs de Matlab y diseños realizados con Simulink, aspectos tratados en el contenido teórico de la asignatura como puesta en órbita de un satélite, cálculo de parámetros de apuntamiento a un satélite, ubicación y parametrización de las estaciones terrenas transmisora y receptora, análisis de potencias e interferencia, etc.

Diseño previo del Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA)

En el ciclo de mejora para el curso 2018-2019 en la asignatura Comunicaciones Vía Satélite se da un paso más en el acercamiento del contenido teórico de la asignatura a la realidad empresarial mediante una transición suave para el alumno llevada a cabo mediante técnicas de simulación y procesamiento en herramientas habituales de la carrera. Durante el desarrollo de las clases en cursos anteriores, se observó una especial distancia entre el modo de trabajar la asignatura y el modo en el que los alumnos trabajarán las comunicaciones vía satélite cuando lleguen a trabajar en este campo dentro de alguna empresa. En puestos de trabajo relacionados directamente con comunicaciones por satélite, los ingenieros realizarán

mediciones, simulaciones o diseño y testeo de equipos. Durante las clases se observó que la resolución de ejercicios matemáticos en clase está lejos de las tareas que tendrán que realizar los alumnos y, por tanto, que existe una clara necesidad de abordar la asignatura añadiendo otro enfoque más cercano a la realidad laboral (Delval, 2000).

El ciclo de mejora se considera que pertenece a la tipología de “encadenado” ya que los diferentes bloques de los que consta tienen una conexión secuencial y de incremento del conocimiento.

Los bloques del ciclo de mejora son 5:

1. *Repaso de Matlab y los elementos principales sobre los que se trabajará (1 hora).*
2. *Uso de funciones y scripts para la colocación del satélite en órbita con figuras para la visualización.* Uso de funciones y scripts para cálculo de parámetros de apuntamiento al satélite. En este bloque se resolverá un ejercicio numérico en papel y se compararán los resultados con los obtenidos con los scripts utilizados. (1 hora)
3. *Descripción de los parámetros necesarios de configuración de estaciones transmisoras y receptoras en comunicaciones por satélite (1 hora).*
4. *Simulación mediante Matlab de enlace satelital completo y análisis de pérdidas de señal e interferencia.* Este bloque es el más completo y visual ya que muestra formas de onda reales generadas por el transmisor y simula con parámetros reales todos los elementos participantes en la cadena de comunicación. En este bloque se resolverá un ejercicio numérico en papel y se compararán los resultados con los obtenidos en cada una de las etapas del esquema simulado. (3 horas).
5. *Descripción de módulos para comunicaciones vía satélite en el software empresarial ATDI (1 hora).*

Aunque todos los experimentos desarrollados durante el curso han sido implementados en Matlab, se incorpora una descripción de análisis de radioenlace satelital en la aplicación empresarial ATDI, de ICS Telecom, en la que los alumnos han sido formados en la asignatura previa Sistemas de Radiocomunicación cursada en el primer cuatrimestre.

Conexión con el proceso previo

El ciclo de mejora introducido en este curso extiende un ciclo de mejora anterior de 5 horas introducido en el curso 2016-2017 en el que se acercó al alumno al procesamiento mediante Matlab y funciones de cálculo de determinados parámetros. En el presente curso se extiende el ciclo de mejora gracias a la simulación de puntos adicionales como puesta en órbita del satélite, uso de simulink para la simulación más real y visible de una comunicación vía satélite y una introducción al uso de ATDI para dichas comunicaciones. Aunque sería deseable un mayor desarrollo de tales herramientas y el uso de las mismas, es aún complicado introducir más elementos y trabajo dentro del contenido docente de la asignatura sin dejar de impartir ninguno de los descriptores que la definen.

En el curso 2016-2017 se demostró que el uso de herramientas de simulación y trabajo en grupo para resolver un problema de comunicaciones vía satélite rompe con los esquemas habituales de docencia en esta asignatura y, que el uso de estos nuevos contenidos procedimentales facilita el aprendizaje y puesta en común de errores comunes entre los estudiantes. Con respecto a los aspectos negativos que pudieron derivarse de la realización de la actividad estuvo la dificultad logística de impartir el temario docente completo al tener que dejar tiempo para la inclusión del trabajo con la herramienta de simulación. Tal

como se planteó como necesidad en el curso 2016-2017, el mapa de contenidos de la asignatura ha sido reorganizado para que el ciclo de mejora no perturbe la impartición de los contenidos teóricos requeridos por la asignatura.

El modelo metodológico habitual seguido hasta antes del uso de programas para la simulación de las comunicaciones por satélite era el siguiente:

1. *Preguntas por parte del profesor por algunos de los términos que se verán en la clase.*
2. *Exposición mediante PowerPoint del tema correspondiente.* Introducción del tema en cuestión, exposición de teoría y ejemplos prácticos para resolver los posibles problemas de la asignatura.
3. *Realización de algún ejercicio en pizarra relacionado con el contenido recién explicado.* Tutela de los estudiantes durante la resolución de ejercicios y durante el desarrollo de sus trabajos.
4. *Realización de preguntas por parte de los alumnos.* Durante el desarrollo de las clases, que tratan de ser abiertas, los alumnos realizan cualquier pregunta relacionada con el tema, o preguntas que suscitan curiosidad también sobre el tema. Identificación de las dificultades comunes de los estudiantes a la hora de resolver ejercicios, consulta grupal y debate sobre soluciones alternativas.
5. *Actividades de cierre.* Resumen de aspectos y contenidos básicos del contenido de la clase y avance de los contenidos de la clase siguiente. Además, antes de finalizar, y como actividad innovadora introducida durante el curso 2014-2015, los alumnos exponen durante 3 minutos algún tema investigado por ellos y relacionado con el tema teórico que se está impartiendo.

Mapa de contenidos

El mapa de contenidos de la asignatura (hasta el presente curso) queda expresado en la figura 1.

Figura 1. Mapa de Contenidos utilizado en la docencia de la asignatura durante el curso 2017-2018 (se representa en verde el bloque principal del contenido)

El mapa de contenidos de la asignatura propuesto para el curso 2018-2019 se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Mapa de Contenidos utilizado en la docencia de la asignatura durante el curso 2018-2019

En el mapa de contenidos previsto para este curso se ha utilizado el color azul para indicar aquéllos bloques que han sido modificados para permitir la inclusión de todas las actividades de simulación y procesamiento mediante software.

Las modificaciones en el mapa de contenidos han sido posibles gracias a la actividad docente del profesor en la asignatura “Sistemas de Radiocomunicación”, en el primer cuatrimestre y previa a la asignatura “Comunicaciones Vía Satélite” en el segundo cuatrimestre. En la asignatura

Sistemas de Radiocomunicación se hace una introducción a las comunicaciones vía satélite y se habla de los elementos que intervienen en un transceptor (transmisor/receptor) así como de los esquemas de modulación y acceso múltiple. Para evitar la repetición de contenidos en ambas asignaturas, el profesor ha podido reducir el tema 1 en la asignatura de Comunicaciones Vía Satélite y unificar en un único bloque los temas 3 y 4, ya que el bloque transceptor tanto en satélite como en estación terrena tienen muchos paralelismos. Además, el tema 6 dedicado a técnicas de modulación y acceso múltiple puede ser considerado como un bloque pequeño de repaso de aquellas técnicas ya explicadas en la asignatura anterior particularizando en este curso para las técnicas más habituales usadas en comunicaciones vía satélite.

Secuencia de actividades

En este punto se describen las actividades planteadas para cada uno de los bloques descritos enlazando con el mapa de contenidos.

1. *Repaso de Matlab y los elementos principales sobre los que se trabajará (1 hora).* La actividad estaba prevista para el día 2 de marzo de 2019. En este punto los alumnos ya han visto los temas 1 a 4 y por tanto conocen todos los conceptos relativos a puesta de satélite en órbita y elementos en los transceptores de segmento espacial y terrenal, con lo cual se puede hablar sin necesidad de explicaciones muy avanzadas de todos los elementos de Matlab requeridos en la actividad del presente curso. Este bloque comienza con un test inicial de ideas previas de 10 minutos de duración.
2. *Uso de funciones y scripts para la colocación del satélite en órbita con figuras para la visualización.* Este bloque estaba previsto para el 9 de

Abril de 2019 (1 hora). La comparación de los resultados obtenidos mediante un ejercicio numérico y matlab permitirá a los alumnos mediante el trabajo en grupo pseudoautónomo (ya que el profesor actuará solo como guía) afianzar los conceptos de este bloque y corregir pequeños fallos y muy habituales en los cálculos. El trabajo en grupo y mediante aplicaciones software suele aportar un punto de motivación en los estudiantes, elemento muy importante para el aprendizaje.

3. *Descripción de los parámetros necesarios de configuración de estaciones transmisoras y receptoras en comunicaciones por satélite.* Este bloque estaba previsto para el día 23 de Abril de 2019 (1 hora).
4. *Simulación mediante Matlab/Simulink de enlace satelital completo y análisis de pérdidas de señal e interferencia.* Este bloque es el más extenso y tiene previsto el uso de 2 clases de la asignatura. Las fechas inicialmente previstas para este bloque eran los días 14 y 15 de mayo de 2019. En este bloque se resolverá un ejercicio numérico en papel y se compararán los resultados con los obtenidos en cada una de las etapas del esquema simulado. De nuevo, la comparación de los resultados obtenidos permitirá a los alumnos mediante el trabajo en grupo y pseudoautónomo (ya que el profesor actuará solo como guía) afianzar los conceptos de este bloque y corregir pequeños fallos y muy habituales en los cálculos (3 horas). En la Fig. 3 se muestra una captura de pantalla de una comunicación completa entre satélite y estación terrena simulada mediante Simulink (Matlab).

Figura 3. Comunicación satélite-Estación terrena. Elementos de la cadena de comunicación

5. Descripción de módulos para comunicaciones vía satélite en el software empresarial ATDI (1 hora).
Previsto para el día 22 de Mayo de 2019.

Los bloques 2 y 4 son los principales en el ciclo de mejora del presente curso ya que incluyen dos actividades de trabajo autónomo aunque ligeramente guiado gracias a la actividad de comparación de resultados. Realmente la herramienta de simulación (Simulink/Matlab) será el elemento que hace de guía en estas actividades, ya que los alumnos tienen que investigar qué tienen que corregir o modificar en sus actividades en papel para obtener algo similar a lo que están viendo en pantalla, tanto a nivel de resultados como de figuras.

Para la evaluación del proceso de aprendizaje de los alumnos se hace uso del siguiente cuestionario inicial/final a los estudiantes:

Tabla 1. Cuestionario de ideas previas

<i>¿Sabes lo que es una GUI? ¿Conoces SIMULINK?</i>
<i>¿Has usado Matlab alguna vez? ¿Sabrías modificar un trozo de código en Matlab para implementar una ecuación?</i>
<i>Enumera aplicaciones informáticas para analizar una comunicación vía satélite.</i>
<i>¿Qué modulaciones consideras que son más eficientes en una comunicación vía satélite?</i>
<i>¿Qué parámetros son imprescindibles para un análisis completo de un radioenlace vía satélite?</i>
<i>¿Es importante conocer las curvas de absorción de gases en la atmósfera? ¿Por qué? ¿Qué parámetros se ven afectados?</i>
<i>¿Qué fuentes de interferencia aparecen en una comunicación por satélite?</i>
<i>¿Qué parámetros son los determinantes en la recepción de una determinada SNR en el receptor de una estación terrena?</i>

El cuestionario es muy importante ya que a través de él podremos analizar la evolución de los conocimientos de los alumnos, comparando aquellos de los que partían con los conocimientos tras la aplicación del ciclo de mejora y clasificando a los alumnos por medio de una escalera de aprendizaje. En dicha escalera podemos establecer diferentes niveles, como son:

Tabla 2. Niveles en escalera de aprendizaje

1.- No tiene conocimientos (o muy básicos) sobre las cuestiones planteadas.
2.- Tiene ciertos conocimientos, pero no sabe manejar las herramientas que conoce o aplicarlas en el ámbito de las comunicaciones vía satélite.
3.- El alumno tiene conocimiento sobre los conceptos relacionados con el tema pero aún tiene algunos fallos de concepto importantes o no es capaz de interaccionar activamente con las herramientas analizadas.
4.- Domina los contenidos, relaciona los conceptos implicados con los que ya disponía con anterioridad y es capaz de participar activamente en la modificación/depuración de las herramientas analizadas.

Aplicación del CIMA

Relato resumido de las sesiones

Las actividades planteadas más arriba se llevaron a cabo entre los meses de marzo y mayo de 2019, algunas de ellas en diferentes fechas a las previstas. Tales modificaciones fueron debidas a causas de diferente naturaleza:

- Asistencia reducida de alumnos debida a exámenes de otras asignaturas,
- Corte de clases debida a la Jornada de Ingeniería y Empleo ESIEM'19,
- Modificación de fechas de clase a petición de los alumnos, etc.

La actividad 1, correspondiente a *repaso de Matlab* se llevó a cabo en la fecha 5 de marzo de 2019. La actividad consistió en la resolución de algunas expresiones matemáticas mediante Matlab por parte de profesor y alumnos relativos a cálculos de atenuaciones por gases y lluvia en comunicaciones vía satélite. Los códigos creados por el profesor fueron probados por los alumnos y puestos a disposición de los mismos para que repasaran y practicaran la creación de variables, creación de funciones, edición de fórmulas, etc.

Las actividades 2 y 3, correspondientes a *Uso de funciones y scripts para la colocación del satélite en órbita con figuras para la visualización y Descripción de los parámetros necesarios de configuración de estaciones transmisoras y receptoras en comunicaciones por satélite* se llevaron a cabo en cuatro sesiones de 30 minutos en los días 2, 3, 9 y 10 de abril. En estas sesiones se les suministró a los alumnos enlaces de internet y scripts en Matlab orientados a la colocación de satélites en órbitas de diferentes topologías. La descripción de las estaciones transmisoras y receptoras se realizó dentro de la presentación de la herramienta de simulación con la que trabajarían los alumnos la actividad 4. Estas sesiones tuvieron un carácter descriptivo por parte del profesor utilizando el ordenador de clase, pizarra y proyector.

La actividad 4, correspondiente a *Simulación mediante Matlab y simulink de enlace satelital completo y análisis de pérdidas de señal e interferencia*, con duración prevista de 3 horas tuvo una duración final de 3 horas y media y se llevó a cabo en media clase en la fecha 14 de Mayo de 2019 y 2 clases completas de la asignatura en la fecha 15 de Mayo de 2019. Esta actividad es la principal del ciclo de mejora y fue llevada a cabo en clase mediante el uso de portátiles personales de los alumnos. Para ello, el profesor preparó un problema de comunicaciones vía satélite entre dos estaciones terrenas situadas en Sevilla y

Barcelona. Las cuestiones planteadas en el ejercicio establecían una guía para la resolución completa de manera que el trabajo por parte de los alumnos pudiera ser autónomo y favoreciera el autoaprendizaje. El problema tenía que ser resuelto por parte de los alumnos tanto en papel, haciendo uso de las expresiones matemáticas aportadas en clase, como con el portátil, haciendo uso de la herramienta de simulación disponible por los alumnos. El número de alumnos que asistieron a esta sesión fue de 5, correspondiente a la mitad de los alumnos matriculados. El trabajo se organizó en 2 grupos de 2 y 3 alumnos. Este hecho permitió al profesor hacer un seguimiento muy cercano de la actividad desarrollando una labor de observador y sólo guía cuando el trabajo de los alumnos se viera detenido por algún motivo o dificultad.

La actividad 5, correspondiente a *Descripción de módulos para comunicaciones vía satélite en el software empresarial ATDI* fue reducida a media hora y fue realizada el día 23 de abril. Dicha actividad tuvo un carácter descriptivo debido a la no disponibilidad de licencias y módulos suficientes de dicha herramienta por parte de la Escuela.

La evaluación de la asignatura tiene en cuenta la realización de dos exámenes parciales (parcialitos) por decisión de los estudiantes (85% de la nota final) y la entrega de 1 trabajo individual (15% de la nota final). Las actividades planteadas durante el ciclo de mejora no pretenden ser calificadoras sino ayudar al alumno en su futuro como trabajador y en su formación. Sin embargo, para favorecer la implicación (principalmente asistencia) y motivación del alumnado en el desarrollo de las mismas, el conjunto de actividades desarrolladas fueron evaluadas dentro del 15% de la nota final destinada a “trabajos” individuales.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Debido al pequeño número de alumnos que realizó la actividad, fue más fácil analizar la evaluación del aprendizaje de los estudiantes y la comparación de sus conocimientos haciendo uso del cuestionario de conocimientos previos antes y después de la actividad. El material docente de la asignatura siempre está completo y a disposición de todos los alumnos en enseñanza virtual. Sin embargo, solo los alumnos que asistieron a las sesiones lectivas durante el ciclo de mejora y realizaron las actividades comprendidas en el mismo pudieron ser evaluados mediante la escalera de aprendizaje mostrada más arriba. Las calificaciones obtenidas por los alumnos en la asignatura se muestran en la tabla 3, donde se indica además si estuvieron presentes durante todas las actividades del ciclo de mejora descritas anteriormente.

Tal y como muestra la tabla 3, dos de los alumnos que asistieron a todas las sesiones del CIMA obtuvieron las mejores calificaciones en las pruebas escritas, resultado que se corresponde con el nivel observado durante el desarrollo de las actividades del ciclo de mejora (Nivel 4). Otros dos estudiantes obtuvieron una calificación un poco menor mostrando un nivel 3 en el modelo de escalera aprendizaje mostrado anteriormente. Finalmente, la tabla muestra el resultado para un alumno que no asistió a todas las sesiones del ciclo de mejora, pero sí a la prueba desarrollada en la actividad 5 (ejercicio con herramienta de simulación). Puede observarse que el hecho de no asistir a las sesiones de clase y no asistir a las sesiones del ciclo de mejora le dificultó alcanzar un mejor nivel tanto en la calificación de la asignatura como en la evaluación mediante la escalera de aprendizaje. Finalmente, en la tabla aparece la calificación obtenida por dos estudiantes que se prepararon la asignatura sin asistir a clase debido a la incompatibilidad de la docencia de la asignatura con el trabajo en empresa. Uno de los estudiantes, sin embargo,

asistió a tutorías y resolvió todas las dudas en tutorías durante el transcurso de la asignatura, obteniendo una calificación final de 7.8.

Tabla 3. Calificación de los estudiantes y evolución del aprendizaje

NOTA ASIGNATURA	PARTICIPA CIMA	NIVEL ESCALERA ANTES CIMA	NIVEL ESCALERA DESPUES CIMA
8,5	SI	2	4
6,8	NO		
9,6	SI	2	4
5,5	NO		£2
7,8	SI	2	3
6,1	SI	2	3
7,8	NO		

Evaluación del CIMA puesto en práctica

Gracias a la modificación y actualización del mapa de contenidos, el ciclo de mejora ha podido ser desarrollado sin muchos problemas dentro de las horas lectivas correspondientes a la asignatura. Sin embargo, también ha quedado claro que la organización del mismo ha sido complicada debido a diversos problemas durante el desarrollo del curso, como asistencia reducida de alumnos en determinadas etapas del curso, cambio de clases, etc.

Para obtener una idea del grado de satisfacción de los alumnos con el ciclo de mejora, se desarrolló una pequeña encuesta donde los alumnos tenían que valorar con una puntuación de 1 a 5 (siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo) cada una de las afirmaciones

planteadas. Los resultados de la encuesta se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Valoración del ciclo de mejora por los estudiantes

Las herramientas utilizadas son válidas para el cálculo automático de enlaces vía satélite.	4.2
El manejo de las herramientas es complicado y por tanto no merece la pena usarla para los cálculos.	2
Me resultará muy útil en mi vida laboral haber aprendido a manejar/programar herramientas de simulación como las explicadas para configurar enlaces de comunicaciones satelitales punto a punto.	4
Las clases experimentales haciendo uso de las herramientas me han resultado interesantes y útiles.	4.2
La actividad experimental ha durado demasiado tiempo.	2.6
Hubiera preferido tener una clase como “las de siempre” y haber avanzado en teoría.	1.4
El trabajo en grupo me ha ayudado a entender mejor las herramientas y a resolver el problema propuesto.	5

A la vista de los resultados del cuestionario, resulta evidente que el ciclo de mejora ha cumplido su objetivo en la mejora docente y motivación de los alumnos, y que habrá que mantenerlo en cursos próximos.

Cuestiones a mantener y cambios a introducir para un futuro Ciclo de Mejora

Los buenos resultados obtenidos por los alumnos y su grado de satisfacción con el ciclo de mejora planteado, avala que se mantengan las actividades en cursos próximos. Sin embargo, para que el ciclo de mejora sea más efectivo y amplio habrá que solucionar diferentes aspectos, como son:

- Solución del problema de licencias para hacer uso del software empresarial ATDI y de las nuevas versiones

de Matlab con sus nuevas y potentes funcionalidades para el desarrollo de aplicaciones en comunicaciones vía satélite. La solución consistirá en gestionar la adquisición de más licencias por parte del Departamento/Centro o por una reorganización de la docencia incluyendo cambios en los horarios de algunas clases para adaptarlas al funcionamiento del Centro de Cálculo de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

- Desarrollo de un mayor número de actividades guiadas para su simulación. Esta labor es compleja ya que implica una nueva adaptación del mapa de contenidos para dar cabida a nuevas actividades y un diseño cuidadoso de las mismas para que cumplan su función didáctica para el aprendizaje autónomo de los estudiantes.
- Análisis de las causas de inasistencia a clase por parte de los alumnos, principalmente en fechas cercanas a la realización de exámenes en otras asignaturas. Reorganización de fechas del ciclo de mejora y estudio de mecanismos para motivar a los alumnos y favorecer la asistencia de los mismos y su participación en las actividades del ciclo de mejora.
- Estudio de mecanismos de evaluación de las actividades del ciclo de mejora dentro de la calificación del estudiante, incluyendo un análisis sobre la necesidad o no de que el ciclo de mejora realmente intervenga en dicha calificación.

Principios Didácticos argumentados

El estudiante no está acostumbrado a trabajar con herramientas de simulación en lo que respecta a comunicaciones vía satélite. La docencia habitual previa había consistido en teoría y problemas impartidos mediante clases magistrales (García-Pérez, 2000). Sin embargo, el trabajo en una empresa no consistirá en eso, ya que normalmente las empresas tienen todos los cálculos

informatizados y disponen de herramientas para obtener todos los parámetros en una comunicación satelital. Por tanto, el ciclo de mejora planteado, más cercano al modo de trabajo empresarial al que se enfrentarán al finalizar los estudios (Delval, 2000) trata de aplicar los siguientes principios didáticos (Alba & Porlán, 2017):

- Investigación, autonomía, autoevaluación: El ciclo de mejora planteado, junto con las actividades guiadas de resolución de problemas y haciendo uso de simulaciones y comparación de las mismas con resultados teóricos obtenidos a través de la resolución en papel, permite el aprendizaje autónomo de los estudiantes, que tienen que desarrollar una pequeña labor de investigación para averiguar qué tienen que corregir o modificar en las actividades planteadas para conseguir los resultados ofrecidos en pantalla por la herramienta de simulación. Esta labor investigadora les hará sentir partícipes del “acto de enseñar” (Aguilar, 2009; López, 2005). Este modelo didáctico puede considerarse un modelo de aprendizaje constructivo, donde los alumnos tienen que reorganizar las ideas para conseguir los resultados numéricos que se pretenden. Es, por tanto, un modelo en el que son los propios alumnos los que se implican en la construcción de su propio conocimiento (Cubero, 2005; Bain, 2007; Finkel, 2008) y evaluación, ya que son ellos los que tienen que conseguir que los resultados simulados se correspondan con los teóricos obtenidos haciendo críticas constructivas del propio trabajo realizado.
- Colaboración. Las actividades planteadas han sido desarrolladas en grupos, de manera que los estudiantes pudieran interactuar entre ellos y aprender/corregir unos de otros (López, 2005; Marí Ytarte et al., 2016).
- Motivación: Está bastante asumido que la innovación docente y la “capacidad de sorpresa” a los alumnos (los alumnos no esperan una clase con simulaciones) motiva a los mismos y les mantiene la atención durante la práctica docente (Bain, 2007; García-Pérez, 2000; Roth et al., 2007; Miguel-Dávila et al., 2012).

Referencias bibliográficas

- Aguilar, M. (2009): *Cómo animar a un grupo*. Madrid. Editorial CCS.
- Bain, K. (2007): *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: PUV
- Cubero, R. (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Graó.
- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). La metodología de enseñanza. En R. Porlán (coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-54). Madrid: Morata.
- Delval, J. (2000). *Aprender en la vida y en la escuela*. Madrid: Morata.
- Finkel, D. (2008): *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- García-Pérez, F. F. (2000): Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. Biblio 3W. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207. En: <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.html>
- López, F. (2005): *Metodología participativa en la enseñanza universitaria*. Madrid. Narcea Ediciones.
- Marí Ytarte, R. M., Moreno, R., Hipólito, N. (2016). Educación y ciudadanía. Propuestas educativas desde la controversia. *Foro de Educación*, 14(20), 49-69.
- Miguel-Dávila, J. A., López-Berzosa, D., Martín-Sánchez, M. (2012). ¿Una participación activa del alumno pronostica una buena nota en el examen? (Does the active participation of students serve as a predictor of good marks achievement?). *Working Papers on Operations Management*, 3, 71-83.
- Roth, G., Assor, A., Kanat-Maymon, Y., Kaplan, H. (2007). Autonomous Motivation for Teaching: How Self-Determined Teaching May Lead to Self-Determined Learning. *Journal of Educational Psychology*, 99, 761-774.