

# **Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) en la Asignatura de análisis y diseño de datos y algoritmos. Algoritmos de resolución de problemas sobre grafos virtuales**

## **Improvement Cycle in Classroom (ICIC) in the subject of analysis and design of data and algorithms. Algorithms for solving problems through virtual graphs**

INGENIERÍAS

Andrés Jiménez Ramírez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8657-992X>

Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Correo: [ajramirez@us.es](mailto:ajramirez@us.es)

**Resumen.** Dentro del Grado de ingeniería informática – ingeniería de computadores se ha desarrollado un Ciclo de mejora en el Aula (CIMA) de 12 horas de duración donde los alumnos aprenden a resolver problemas usando grafos virtuales. En este CIMA se ha seguido un proceso metodológico que potencia la realización de actividades de ideación por los alumnos para poder resolver estos problemas. El profesor comienza describiendo el contexto y el problema, haciéndolos cercanos a los alumnos para que éstos puedan debatir sobre su solución, a la vez que el profesor aporta ideas que contrastan con las de los alumnos y les ayuda a reflexionar. Este artículo contiene el mapa de contenidos utilizado por el profesor, así como los cuestionarios que permiten conocer el aprendizaje de los alumnos. Aunque las sensaciones del profesor fueron positivas en su desarrollo, la evaluación del aprendizaje de los alumnos no se pudo realizar por la ausencia de alumnos en la última sesión.

**Abstract.** Within the Degree in Software Engineering - Computer Engineering, a 12-hour ICIC has been developed where students learn to solve problems using virtual graphs. In this ICIC, a methodological process has been followed that encourages students to carry out ideation activities in order to solve these problems. The teacher starts by describing the context and the problems, bringing them closer to the students so that they can discuss their solution, while the teacher contributes ideas that contrast with those of the students and helps them to reflect over them. This article contains the map of contents which is used by the teacher, as well as the questionnaires that provide insight into the students' learning. Although the teacher's feelings were positive in its development, the evaluation of the students' learning could not be carried out due to the absence of students in the last session.

**Palabras Clave.** Análisis y diseño de datos y algoritmos, Ingeniería informática, Docencia universitaria, Desarrollo profesional docente, Grafos virtuales

**Keywords.** Analysis and design of data and algorithms, Software Engineering, University teaching, Teacher professional development, Virtual graphs

## Descripción del contexto

La asignatura se imparte en el segundo curso del Grado de ingeniería de computadores. Las sesiones son los martes (teoría) y los jueves (prácticas) a las 10:30 horas y tienen una duración de 1 hora y 50 minutos. El grupo se compone de unos 30 alumnos en las clases de teoría. En las clases de prácticas el grupo se divide en dos, por lo que se tendrán unos 15 alumnos (los otros 15 alumnos irán con otro profesor). La mayoría de los alumnos están presentes desde el principio de la clase, pero algunos van llegando durante la primera media hora.

Este Ciclo de mejora en el Aula (CIMA) (Delord y otros, 2020) comienza con la asignatura ya avanzada y se aplica en 6 sesiones durante 3 semanas. El tema de *Introducción a los grafos virtuales y a los algoritmos de resolución de problemas* se termina en la clase anterior al CIMA. En la primera sesión del CIMA se empieza con el tema de *Resolución de problemas sobre grafos virtuales* que se imparte durante las 6 sesiones del CIMA.

### *Conexión con el proceso previo*

La experimentación docente anterior, que tiene conexión con este CIMA, es el CIMA que realicé durante el Curso general de docencia universitaria (GGDU) en el segundo cuatrimestre del curso 2019/20. El CIMA actual tiene lugar en la misma asignatura y cuatrimestre que el anterior. Sin embargo, el actual tiene una duración mayor y se aplica en un momento más tardío de la asignatura, aunque los contenidos son similares debido a una reestructuración que ha tenido la asignatura. Además, en el CIMA anterior sólo se consideraba la clase de prácticas, mientras que en éste se considerarán también las clases de teoría, ya que el profesor imparte docencia tanto en el grupo de teoría como en uno de los grupos de prácticas.

El CIMA que se realizó en 2019 resultó en general positivo. Sus conclusiones pueden resumirse en: *“...mi sensación es que se han dado menos contenidos que con el modelo transmisivo tradicional, aunque sí que sé que los alumnos los han asimilado mejor. Por otro lado, me ha servido para conocer que los alumnos no tenían los conocimientos que los profesores de la asignatura damos por hecho que tienen, por lo que no están del todo preparados para recibir lo que se les planteaba dar...”*.

Además, se detectaron algunos puntos de mejora. Son los que se citan a continuación: *“...Como mejora del CIMA planteo:*

- *Ampliar los tiempos de debate tras las actividades de ideación integrándolas con las actividades de conclusiones, ya que muchas de las cosas que se trataban en las conclusiones tenían más sentido tratarlas directamente cuando se discutían en el debate.*
- *Añadir actividades que puedan ser realizadas fuera del tiempo del aula con el objetivo de que el alumno llegue preparado a clase.*
- *Buscar lecturas o extractos de lecturas que los alumnos puedan procesar durante o antes de la sesión como fuente externa.*
- *Buscar recursos de imagen o vídeo que permitan al alumno ver de una manera gráfica los estados y evolución de los algoritmos que se enseñan en este bloque de la asignatura...”*

## Diseño previo del CIMA

Teniendo en cuenta estas conclusiones, se ha diseñado el presente CIMA, que sigue siendo aplicable para el contexto de no-presencialidad que se tuvo en la experiencia anterior. Las características son:

- Se ha adaptado el mapa de contenidos conforme a la variación en tiempo del CIMA.
- Se han diseñado actividades que requieren del trabajo del alumno fuera del aula, dando más espacio al debate dentro en el aula.
- Manteniendo la misma esencia que en el anterior CIMA, se ha adaptado la metodología para incluir ese tiempo de trabajo fuera del aula.
- Se ha adaptado la secuencia de actividades a los nuevos contenidos.
- Se han mantenido las mismas tareas para el seguimiento de la evolución del aprendizaje de los alumnos basado en los cuestionarios inicial y final y en la elaboración de las escaleras de aprendizaje.

### *Mapa de contenidos*

Al abarcar este CIMA una parte algo más tardía de la asignatura y al haber sufrido modificaciones estructurales, el mapa de contenidos ha cambiado con respecto al del CIMA pasado.

En el nuevo mapa se distinguen los siguientes grandes bloques de contenido:

- *Definición de problemas.* Aquí se presentan problemas de diferente tipología cuya resolución es compleja.
- *Modelado de problemas.* Aquí se abstraen los conceptos específicos de cada problema para expresarlos en un lenguaje común. Gran parte de este bloque ya se ha visto en clases anteriores.
- *Resolución de problemas.* Los modelos anteriores se resuelven utilizando diferentes tipos de técnicas. Las técnicas de Programación lineal y la de Algoritmos genéticos ya han sido impartidas en clases anteriores. El diseño actual se centrará en la técnica de Algoritmos sobre Grafos.
- *Implementación.* Los diseños se llevan a código ejecutable para poder ser resueltos en un ordenador.
- *Actitudes.* Aquí se refleja la importancia de las dimensiones del tiempo, la precisión y el consumo de memoria de los algoritmos.

Con objeto de que se pueda observar su evolución, se incluye a continuación el Mapa de Contenidos del anterior CIMA (Figura 1) y el Mapa de Contenidos que he elaborado para este (Figura 2).

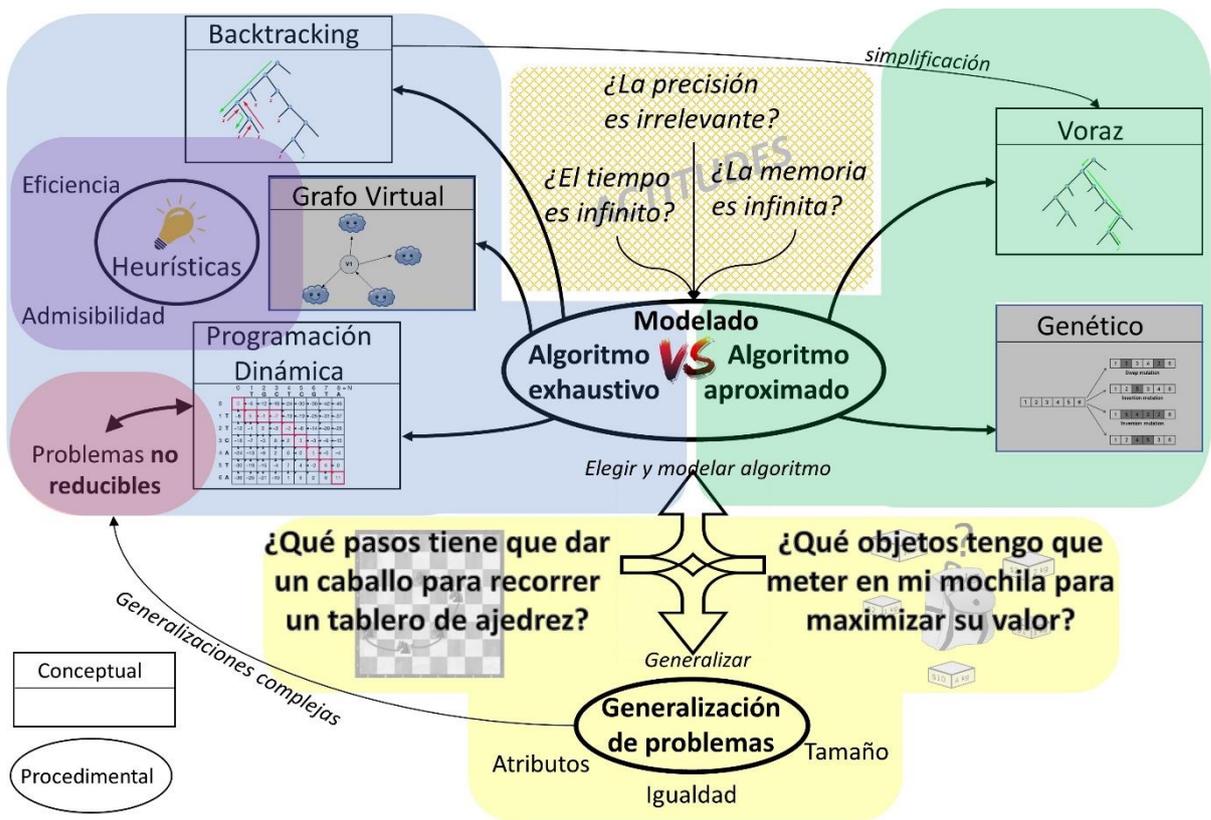


Figura 1. Mapa de Contenidos del CIMA 2020

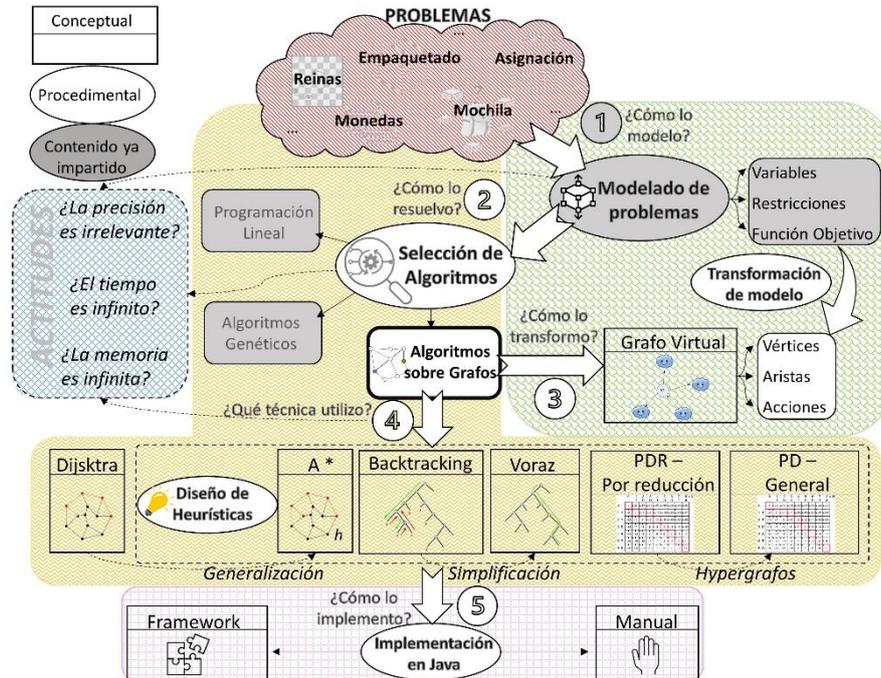


Figura 2. Mapa de Contenidos para el diseño previo del CIMA 2021

Los bloques de contenidos no se enseñan de manera secuencial, sino que, en una misma sesión se desarrollarán contenidos de diferentes bloques.

## Modelo metodológico posible y secuencia de actividades

El modelo metodológico, que se incluye en la Figura 3, tiene como base el modelo metodológico constructivista (Bain, 2007), y potencia más el trabajo de ideación del alumno previo a la muestra de la solución posible por parte del docente, de manera que permita generar actividades de contraste.

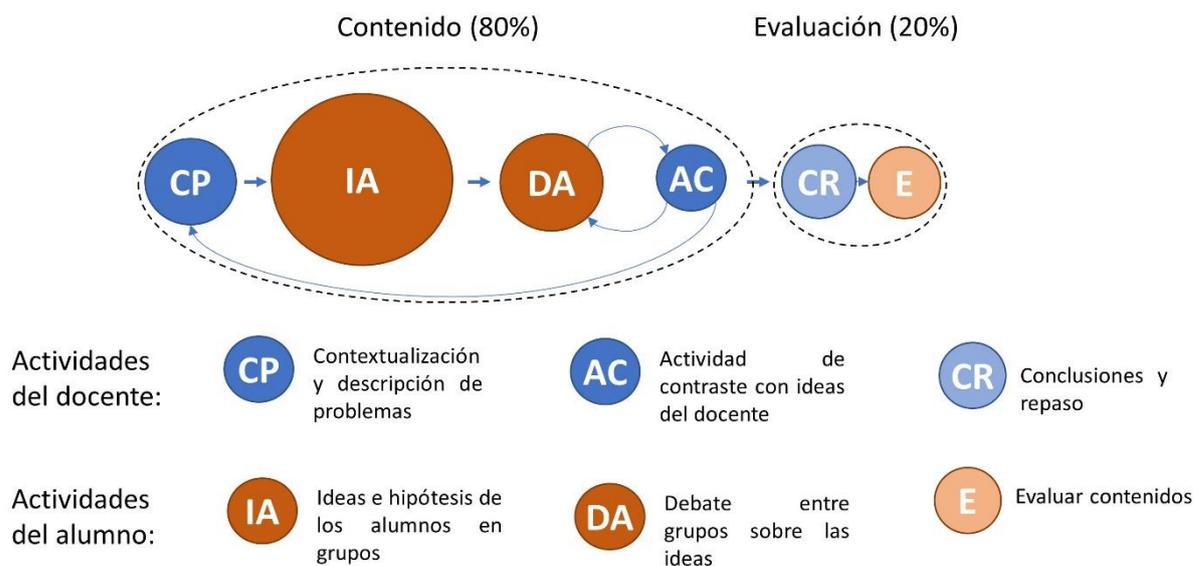


Figura 3. Modelo Metodológico posible

La secuencia detallada de las actividades de las 6 sesiones se muestra en las tablas siguientes (Tabla 1 a Tabla 6):

Tabla 1. Secuencia de actividades del día 1

1		<i>Cuestionario Inicial</i>	20 min
Los alumnos responden individualmente el cuestionario, preguntando sus dudas si hace falta			
Conocer el punto de partida del alumno. Que el alumno reflexione			
2	CP	<i>Contextualización: Transformación de modelos 1</i>	45 min
Presentar el tema actual y contar los orígenes que llevan al modelado con Grafos Virtuales.			
Describir las relaciones que existen entre el modelado original del problema y el modelado del Grafo Virtual; y ver una primera aproximación de la implementación en el framework de la asignatura.			
Aplicación de ejemplo sobre el problema de la Mochila			
Que los alumnos vean que no es un problema nuevo, sino una forma nueva de verlo.			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Problema Mochila, Implementación en framework			
3	IA	<i>Ideación del alumno a través de ejercicio Tareas y Procesadores</i>	35 min
Realizar el ejercicio <i>transformación del problema "Tareas y Procesadores"</i> .			
Que los alumnos sean capaces de proponer un modelado como grafo para un problema conocido como es el problema de las tareas y los procesadores.			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Problema "Tareas y Procesadores"			

4	DA - AC	<i>Resolución del ejercicio práctica anterior colaborativamente</i>	10 min
El profesor va repasando los diferentes puntos del ejercicio y los alumnos discuten sobre sus posibles soluciones. Para fomentar la participación, el profesor va poniendo encuestas online con diferentes posibles respuestas para que los alumnos decidan la más apropiada. El profesor conduce la discusión hacia los puntos más conflictivos y poniendo sobre el debate, si no sale, contenidos actitudinales.			
Que los alumnos se esfuercen en defender sus modelos y aprendan las debilidades detectadas por otros compañeros además de recapacitar sobre sus ideas preconcebidas.			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Problema “Tareas y Procesadores”, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria			

Tabla 2. Secuencia de actividades del día 2

1	CP	<i>Contextualización: Heurísticas 1</i>	25 min
Describir contextos donde un modelo, aunque correcto, no es suficiente por sí solo, sino que son necesario mecanismo de eficiencia como las heurísticas. Ver un primer ejemplo para el problema de la Mochila.			
Que los alumnos entiendan la necesidad de hacer eficientes sus problemas imaginando formas de plantear heurísticas.			
Grafo Virtual, Problema Mochila, Heurísticas			
2	IA	<i>Ideación de los alumnos a través de ejercicio Tareas y Procesadores</i>	40 min
Realizar el ejercicio implementación completa de <i>Tareas y Procesadores</i>			
Que los alumnos apliquen tanto la implementación en el framework como las heurísticas para el problema ya modelado de <i>Tareas y Procesadores</i>			
Problema “Tareas y Procesadores”, Implementación en framework, Heurísticas			
3	DA-AC	<i>Debate entre alumnos con incorporación de ideas del profesor</i>	15 min
Discusión sobre las diferentes alternativas de heurísticas y su efecto en el tiempo de ejecución. El profesor va reconduciendo la discusión hacia los puntos más conflictivos y poniendo sobre el debate, si no sale, contenidos actitudinales.			
Que los alumnos puedan ver y evaluar diferentes alternativas de algoritmos voraces junto a sus limitaciones.			
Problema “Tareas y Procesadores”, Implementación en framework, Heurísticas, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria			
4	CR	<i>Conclusión general de Modelado e Implementación de GV</i>	10 min
Dar un breve repaso a los contenidos de las últimas dos clases que cubren todo el tema en general Ayudar a los alumnos a dimensionar el tema			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Implementación en framework, Heurísticas			
5	E	<i>Autoevaluación general de Modelado e Implementación de GV</i>	20 min
Hacer un examen autoevaluado sobre los conceptos aprendidos			
Dar a los alumnos una visión del estado de su aprendizaje pudiendo identificar carencias existentes			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Implementación en framework, Heurísticas			

Tabla 3. Secuencia de actividades del día 3

1	CP	<i>Contextualización: Problemas abstracto de Conjuntos</i>	10 min
Describir dos problemas abstractos ya conocidos de “cobertura de conjuntos” y de “multiconjunto de enteros”			
Que los alumnos recuerden las características de estos problemas y su modelo inicial.			
Transformación de modelo, Problema de “cobertura de conjuntos”, Problema de “multiconjunto de enteros”			
2	IA	<i>Ideación de los alumnos a través de taller conceptual</i>	70 min
Realizar taller “Modelado y heurísticas” en grupos			
Que los alumnos resuelvan ellos mismos dichos problemas a través de un taller guiado			

Transformación de modelo, heurísticas, implementación en framework, problema de “cobertura de conjuntos”, problema de “multiconjunto de enteros”			
3	DA-AC	Debate entre alumnos con incorporación de ideas del profesor	30 min
Discusión sobre las diferentes alternativas en los diferentes puntos. El profesor va reconduciendo la discusión hacia los puntos más conflictivos y poniendo sobre el debate, si no sale, contenidos actitudinales.			
Que los alumnos puedan ver y evaluar diferentes alternativas junto a sus limitaciones.			
Transformación de modelo, heurísticas, implementación en framework, problema de “cobertura de conjuntos”, problema de “multiconjunto de enteros”			

Tabla 4. Secuencia de actividades del día 4

1	CP	Contextualización: Otros problemas y detalles de Backtracking y PD	45 min
Describir los detalles de otros problemas adicionales y sus grafos correspondientes. Exponer las diferencias de PD y Backtracking al resolver dichos problemas.			
Que los alumnos entiendan los pequeños detalles entre PD y Backtracking y su implicación en la eficiencia y uso de memoria.			
Grafo Virtual, Problema “Academia”, Problema “Abogados”, Problema “Productos”, Problema “Particiones”, Selección de algoritmos, PD, Backtracking, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria			
2	IA	Ideación de los alumnos a través de ejercicio Selección de algoritmos	45 min
Realizar el ejercicio de justificación de selección de algoritmos para los problemas planteados			
Que los alumnos apliquen los conceptos teóricos previos para decidir los mejores algoritmos para resolver los anteriores problemas			
Problema “Academia”, Problema “Abogados”, Problema “Productos”, Problema “Particiones”, Selección de algoritmos, PD, Backtracking, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria			
3	DA-AC	Debate entre alumnos con incorporación de ideas del profesor	20 min
Discusión sobre las diferentes alternativas de algoritmos para resolver el mismo problema y su efecto en el tiempo y en la memoria. El profesor va reconduciendo la discusión hacia los puntos más conflictivos y poniendo sobre el debate, si no sale, contenidos actitudinales.			
Que los alumnos puedan ver y evaluar diferentes alternativas de algoritmos voraces junto a sus limitaciones.			
Problema “Academia”, Problema “Abogados”, Problema “Productos”, Problema “Particiones”, Selección de algoritmos, PD, Backtracking, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria			

Tabla 5. Secuencia de actividades del día 5

1	CP	Contextualización: Problemas abstracto de Conjuntos	10 min
Dar las pautas generales a cubrir a la hora de resolver los 4 problemas de la clase anterior desde el comiendo.			
Dejar claro a los alumnos el objetivo mínimo para resolver estos problemas con Grafos Virtuales			
Grafo Virtual			
2	IA	Ideación de los alumnos a través de taller conceptual	70 min
Realizar taller “Implementación de problemas” en grupos			
Que los alumnos resuelvan ellos mismos dichos problemas a través de un taller guiado intentando resolver el máximo número de problemas, aunque no se espera que resuelvan más de dos.			
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Problema “Academia”, Problema “Abogados”, Problema “Productos”, Problema “Particiones”, Selección de algoritmos, PD, Backtracking, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria Implementación en framework, Heurísticas			
3	DA-AC	Debate entre alumnos con incorporación de ideas del profesor	30 min
Discusión sobre las diferentes alternativas en los diferentes puntos y las complejidades de implementación de los problemas en un tiempo tan limitado. El profesor va reconduciendo la discusión hacia los puntos más conflictivos y poniendo sobre el debate, si no sale, contenidos actitudinales.			

Que los alumnos puedan ver y evaluar diferentes alternativas junto a sus limitaciones.
Transformación de modelo, Grafo Virtual, Problema “Academia”, Problema “Abogados”, Problema “Productos”, Problema “Particiones”, Selección de algoritmos, PD, Backtracking, Actitudes sobre precisión, tiempo y memoria Implementación en framework, Heurísticas

Tabla 6. Secuencia de actividades del día 6

1	CP	<i>Contextualización: Implementación Manual de algoritmos</i>	40 min
Presentar los algoritmos de PD y Backtracking en una versión de bajo nivel (“Manual”) donde se observen todos los detalles de los algoritmos. Se utiliza el problema de la Mochila como ejemplo.			
Que los alumnos conozcan los algoritmos en detalle y sean capaces de implementarlos sin necesidad del framework			
Implementación manual, PD, Backtracking, Problema Mochila.			
2	IA	<i>Ideación del alumno a través de ejercicio Tareas y Procesadores</i>	30 min
Realizar el ejercicio <i>implementación manual de “Tareas y Procesadores” en Backtracking.</i>			
Que los alumnos practiquen la implementación manual del Backtracking sobre un problema.			
Implementación manual, Backtracking, Problema Mochila.			
3	DA - AC	<i>Resolución del ejercicio práctico anterior colaborativamente</i>	10 min
El profesor va repasando los diferentes puntos del ejercicio y los alumnos discuten sobre sus posibles soluciones. Para fomentar la participación, el profesor va poniendo encuestas online con diferentes posibles respuestas para que los alumnos decidan la más apropiada. El profesor conduce la discusión hacia los puntos más conflictivos.			
Que los alumnos se esfuercen en defender sus implementaciones y aprendan las debilidades detectadas por otros compañeros además de recapacitar sobre sus ideas preconcebidas.			
Implementación manual, Backtracking, Problema Mochila.			
4	CR	<i>Conclusión sobre Selección de Algoritmos e Implementación Manual</i>	10 min
Dar un breve repaso a los contenidos de las últimas clases			
Dar oportunidad a los alumnos a resolver dudas anteriores			
Grafo Virtual, Selección de algoritmos, Implementación manual, Backtracking, PD			
5		<i>Cuestionario Final</i>	20 min
Los alumnos responden individualmente el cuestionario sin hacer preguntas.			
Conocer el punto de nivel de aprendizaje al que han llegado los alumnos.			

## Aplicación del CIMA

### *Relato resumido de las sesiones*

*Sesión 1.* Comencé esta primera sesión, como en el CIMA anterior, describiendo el nuevo proceso que íbamos a seguir en este bloque de la asignatura y manifestando mi compromiso por realizarlo de manera rigurosa. Del mismo modo, pedí a los alumnos que se comprometieran a participar activamente en el desarrollo ya que, como recomienda Bain (2007), les iba a pedir que razonaran mucho durante las siguientes sesiones. Tras realizar el cuestionario inicial, el grueso de la clase se invirtió en la explicación y posterior ejercicio sobre transformación del problema de “tareas y procesadores”. La respuesta de los alumnos fue muy positiva por el hecho de utilizar encuestas online a medida que se iba avanzando en la resolución del problema. Además, al ser una clase online, me permitió saber si los alumnos iban comprendiendo los pasos y además me permitía dar explicaciones de contraste cuando las respuestas dadas se alejaban mucho de lo esperado. La sesión acabó un poco más tarde de lo habitual ya que se planteó una interesante discusión durante la última actividad de resolución colaborativa. La evaluación que recibí por parte del alumnado en esta primera sesión fue muy positiva ya que los alumnos agradecían sobremanera el realizar este tipo de actividades.

*Sesión 2.* Tras observar la buena aceptación del método, en la segunda sesión se mantuvo el nivel de encuestas online. Aunque intenté reducir los tiempos para que no acabáramos tarde nuevamente, la última actividad de autoevaluación llevó más tiempo del esperado. Se realizó utilizando *Kahoot* y fui observando que los resultados no eran tan positivos como los esperados. Por lo tanto, fui parando las preguntas para poder reexplicar el motivo por el que dichas respuestas eran incorrectas. La sensación en general fue buena, pero tuve un regusto final de insatisfacción ya que esperaba unos resultados de autoevaluación mucho mejores.

*Sesión 3.* Esta sesión se caracterizó por incluir el primer *taller conceptual* del CIMA (Finkel, 2008). Los alumnos pudieron distribuirse correctamente en grupos de 4 o 5 y siguieron el guion previsto mientras yo mantenía una sala abierta con cada uno de los grupos. A nivel técnico, el mayor problema residió en poder escuchar a un solo grupo ya que la plataforma no permite silenciar salas por lo que se tuvo que salir y entrar de las sesiones virtuales haciendo el proceso algo engorroso y dándome la sensación de no estar supervisando correctamente a los grupos. Para la próxima vez, usaré una sala común en paralelo donde estén todos los alumnos. Las conclusiones de los grupos fueron extensas, teniendo que finalizar la clase antes de que las discusiones pudieran concluirse.

*Sesión 4.* Dado el estado de la discusión de la sesión anterior, la clase comenzó haciendo una recapitulación. Esta sesión estuvo caracterizada por la poca presencia de estudiantes (12) debido, al parecer, a un examen de otra asignatura. El desarrollo de esta sesión fue ajustada a los tiempos. Los alumnos pudieron hacer los ejercicios de selección de algoritmos sin mayor problema. Durante el desarrollo del ejercicio los alumnos formularon preguntas interesantes. Lo más relevante sucedió durante la actividad de debate. Me sorprendió que muchos de los alumnos que asistieron mantuvieron unas posturas muy robustas, sensatas y activas a la hora de defender sus decisiones, mientras que solo una pequeña minoría de éstos permaneció en silencio y participando solamente cuando se le preguntaba directamente.

*Sesión 5.* A esta sesión acudieron un mayor número de alumnos, aunque se siguió notando un descenso con respecto a la sesión 3 y anteriores. Esto pudo deberse a que se habían publicado unas calificaciones parciales de la asignatura correspondientes a la evaluación continua que pudo desmotivar a un subconjunto del alumnado. En la sesión se realizó un segundo taller donde ahora se debía implementar lo trabajado en las clases anteriores. En la mayoría de los grupos sólo se llegó a terminar un problema de los cuatro planteados. Sólo uno grupo pudo terminar al completo el segundo problema, aunque los otros grupos sí que avanzaron mucho en el desarrollo. Me dio la sensación de que los alumnos no estaban del todo preparados para el taller ya que planteaban algunas dudas que considero básicas. En la mayoría de los casos, estas dudas venían de grupos donde ningún miembro había asistido a la clase anterior. La parte de discusión fue menos activa que en el taller anterior y tuve que participar más para dinamizar y crear debate. Uno de los puntos que considero útil para futuros talleres es el hecho de tener un conjunto de actividades que no se van a poder cubrir en la clase, sino que los grupos tienen que tratar de avanzar lo máximo posible. Eso hizo que se pudieran cumplir los tiempos ya que con haber finalizado una implementación era suficiente.

*Sesión 6.* Siguiendo la línea de las últimas sesiones, el número de alumnos volvió a decrecer, esta vez drásticamente. Sólo 3 alumnos acudieron a esta clase. La justificación parece estar relacionada con la cercanía a los exámenes finales. La sesión en sí se desarrolló sin problema. Dos de los alumnos participaron muy activamente mientras que el otro era un alumno que no había asistido a las anteriores sesiones y no tenía la soltura para participar al mismo nivel. El problema principal vino a la hora de realizar el cuestionario final ya que sólo iba a tener respuesta de esos alumnos. Aunque puse el cuestionario online dentro de la plataforma para que los alumnos lo hicieran a lo largo de las dos siguientes semanas, ninguno lo completo. Esa falta de alumnos y esa falta de compromiso a la hora de realizar el cuestionario me desilusionó en cierta forma. En los próximos CIMA's se planteará terminar antes de la última semana de clase.

## Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Para el seguimiento de la evolución del aprendizaje de los alumnos, se planteó el uso de un cuestionario (Rivero y Porlán, 2017) que se utilizaría al comienzo y al final del CIMA, tal y como aparece en las secuencias de actividades. Las preguntas de cuestionario están relacionadas con las preguntas del mapa de contenidos, aunque formuladas de una manera coloquial. Son las siguientes:

- *A la hora de resolver un problema complejo como la Mochila, ¿qué formas/técnicas/algoritmos se te ocurren para resolverlo?*
- *¿Qué formas diferentes se te ocurren para modelar el problema de la Mochila?*
- *Suponiendo el problema de la Mochila con unos datos de entrada suficientemente grandes, ¿qué alternativas se te ocurren en función de la velocidad en la que se puede calcular la solución?*
- *En base a tu respuesta anterior, si no lo has hecho ya, razona sobre las implicaciones que tendría en la memoria que se necesita y en la precisión que se obtiene.*
- *Si quisieras implementar una solución como está en tu vida profesional, ¿cómo sería el código que escribirías y/o necesitarías para hacer que funcionara?*

Para la realización de este cuestionario los alumnos tomaron entre 20 y 35 minutos. El cuestionario inicial fue respondido por 20 alumnos, mientras el final sólo fue respondido por 3 alumnos. De estos 3 alumnos, solo 2 de ellos habían respondido al primer cuestionario. Esto supone que no se dispone de un conjunto de datos estadísticamente relevante como para mostrar las medias del aprendizaje producido. Dado este hecho, tan solo se muestra en las siguientes tablas (Tabla 7 a Tabla 11) el estado inicial de los alumnos (ver porcentaje en la columna nivel). Además, en dichas tablas se han incluido 4 niveles para cada pregunta, con sus desafíos. No obstante, en general, los niveles 3 y 4 no obtuvieron ninguna respuesta, pero el desarrollo de las sesiones llevó a esas conclusiones.

Tabla 7. Niveles de respuesta y desafíos a pregunta 1

<i>Nivel</i>	<i>Tipo de respuesta</i>	<i>Desafío de aprendizaje para subir de nivel</i>
Nivel 0 25,00%	No responde o no muestra un razonamiento válido	Entender el problema y el contexto
Nivel 1 75,00%	Plantea formas abstractas como Inteligencia Artificial o Árboles sin llegar a concretar.	Identificar técnicas existentes
Nivel 2 0,00%	Plantea técnicas concretas sin llegar a hablar sobre la aplicabilidad de éstas	Clasificar las técnicas en base a su precisión, uso de memoria y tiempo.
Nivel 3 0,00%	Incluye un razonamiento sobre cómo decidir entre una técnica u otra	

Tabla 8. Niveles de respuesta y desafíos a pregunta 2

<i>Nivel</i>	<i>Tipo de respuesta</i>	<i>Desafío de aprendizaje para subir de nivel</i>
Nivel 0 50,00%	No responde o no muestra un razonamiento válido	Entender que significa modelar
Nivel 1 45,00%	Describe una forma concreta de resolver el problema sin llegar a precisar “variables”, “restricciones” y “función objetivo”	Entender que los modelos sirven para resolver el problema por diferentes técnicas
Nivel 2 5,00%	Describe de forma general las restricciones del problema incluyendo lo que se quiere optimizar y el tipo de variables que identifica a las	Extraer de un problema sus restricciones y función objetivo decidiendo las variables libres que lo caracterizan

	diferentes soluciones sin llegar a relacionar estos tres elementos	
Nivel 3 0,00%	Da una descripción de variables concretas, con restricciones sobre ellas y especificando una función objetivo utilizándolas.	

Tabla 9. Niveles de respuesta y desafíos a pregunta 3

<i>Nivel</i>	<i>Tipo de respuesta</i>	<i>Desafío de aprendizaje para subir de nivel</i>
Nivel 0 30,00%	No responde o no muestra un razonamiento válido	Entender que los algoritmos consumen tiempo al ser ejecutados
Nivel 1 65,00%	Describe cómo el tamaño del problema puede afectar al tiempo de resolución, pero no concreta en la precisión del algoritmo	Darse cuenta de que una solución aproximada puede ser la única alternativa en ciertas situaciones
Nivel 2 5,00%	Plantea una solución aproximada como alternativa a la solución exacta sin concretar en algoritmos concretos	Conocer las diferentes técnicas aproximadas y su implicación en la resolución de problemas
Nivel 3 0,00%	Da alternativas de algoritmos aproximados existentes	

Tabla 10. Niveles de respuesta y desafíos a pregunta 4

<i>Nivel</i>	<i>Tipo de respuesta</i>	<i>Desafío de aprendizaje para subir de nivel</i>
Nivel 0 40,00%	No responde o no muestra un razonamiento válido	Reconocer el consumo de memoria como parte inherente a un problema/algoritmo
Nivel 1 60,00%	Habla sobre la memoria del problema en base al tamaño de este, pero no en base al algoritmo	Identificar que la memoria está asociada al algoritmo y no solo al problema
Nivel 2 0,00%	Hace notar que cada algoritmo puede tener un consumo diferente en términos de memoria, aunque no lo relaciona con la precisión	Clasificar las técnicas en base a su consumo de memoria e identificar cuando es necesario usarlas.
Nivel 3 0,00%	Identifica algoritmos concretos basados en memoria que afectan a la precisión	

Tabla 11. Niveles de respuesta y desafíos a pregunta 5

<i>Nivel</i>	<i>Tipo de respuesta</i>	<i>Desafío de aprendizaje para subir de nivel</i>
Nivel 0 15,00%	No responde o no muestra un razonamiento válido	Saber cómo se estructura un algoritmo básico
Nivel 1 70,00%	Plantea un algoritmo, pero no hace referencia a las múltiples alternativas de este	Darse cuenta de que hay que gestionar alternativas diferentes para resolver cada paso del problema
Nivel 2 15,00%	Hace referencia las diferentes alternativas en cada paso del algoritmo sin concretar cuando debería parar el algoritmo o como devolver la solución mejor	Darse cuenta de que cada alternativa llega a una solución y hay que ser capaces de recuperar la mejor de ellas.
Nivel 3 0,00%	Plantea un algoritmo con diferentes alternativas y con un caso base que va recuperando la mejor solución	

Aunque no se pudo completar el cuestionario final por un número suficiente de alumnos, de manera subjetiva el profesor si observó aprendizaje a lo largo de las sesiones. Además, los tres

alumnos que respondieron al cuestionario final dieron respuestas que se encontraban entre el nivel 2 y 3 de cada pregunta.

## **Evaluación del CIMA**

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

Aun no habiendo podido completar la evaluación del aprendizaje, considero este CIMA de manera positiva. La experiencia “parcial” de éste servirá para un futuro CIMA. En general, considero apropiado el mapa de contenidos y la secuencia de actividades planteadas. Tan solo requeriría hacer pequeños ajustes para no sobrepasar los tiempos de cada sesión e incluir actividades para fuera del aula.

De manera más concreta planteo estas mejoras para el próximo CIMA:

- Empezarlo antes para no sufrir de ausencia de alumnos en las últimas sesiones. Además, dado que la asignatura sufre mucho ausentismo en las últimas semanas de cada cuatrimestre, creo interesante medir la influencia de estos métodos docentes en dichas características. Aunque en mi experiencia ocurrió en las últimas sesiones, la presencia fue mayor que en otros grupos de la asignatura, a excepción de la última semana.
- Añadir actividades que puedan ser realizadas fuera del tiempo del aula. El objetivo sería doble. Por un lado, permitiría al alumno asentar los conocimientos de la clase, y por otro, el alumno llegaría más preparado a clase.
- Buscar lecturas o extractos de lecturas que los alumnos puedan procesar antes o durante las sesiones como fuentes externas.

Como puntos a mantener, considero que la metodología, mapa de contenidos y secuencia de actividades deberían mantenerse. De igual manera, durante este CIMA los alumnos contaron con una encuesta online donde pudieron valorar la actuación del profesor de manera anónima respondiendo a cuestiones como:

- ¿Qué te ha parecido la clase?
- Si quieres comentar algo positivo, hazlo aquí
- Si quieres comentar algo a mejor. hazlo aquí.

Esto sirvió para mantener una conexión constante con el alumno y escuchar sus apreciaciones frente a esta innovación. En este CIMA se recibieron más de 30 valoraciones, todas positivas y con comentarios que animaban a continuar con la metodología.

## **Referencias Bibliográficas**

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Valencia. Publicacions de la Universitat de València.
- Delord, G., Hamed, S., Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán (Coord.), *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica* (pp. 127-162). Madrid: Morata.
- Rivero, A. y Porlán, R. (2017). La evaluación en la enseñanza universitaria. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 73-91). Madrid: Morata.
- Finkel, D. L. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.