

# Itinerarios formativos para un aprendizaje personalizado

## Training Itineraries for Personalised Learning

Elena E. Álvarez Saiz<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Reyes Ruiz Cobo<sup>1</sup>, M<sup>a</sup> Teresa Herrero Martínez<sup>1</sup>, Sara Pérez Carabaza<sup>1</sup>  
elena.alvarez@unican.es, reyes.ruiz@unican.es, teresa.herrero@unican.es, sara.perezcarabaza@unican.es

<sup>1</sup>Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación  
Universidad de Cantabria  
Santander, España

**Resumen-** En esta contribución se presenta una experiencia que promueve la utilización de itinerarios flexibles de aprendizaje como estrategia para organizar las actividades formativas y favorecer el trabajo autorregulado de los estudiantes. Para su puesta en práctica, se ha creado material didáctico en distinto formato y se han diseñado secuencias de aprendizaje interactivas que exigen al estudiante responder a los retos que se le presentan. Para establecer el avance por las actividades, se ha implementado una herramienta configurable que define las rutas de navegación mediante una estructura jerárquica de nodos que se conectan entre sí según la respuesta del alumnado. La herramienta permite registrar cada paso del camino seguido para alcanzar los objetivos de cada itinerario. El nuevo modelo de aprendizaje personalizado se ha implementado en dos asignaturas básicas de matemáticas de primer curso de tres grados de Ingeniería de la Universidad de Cantabria. Como principales resultados, destacar la satisfacción de los estudiantes con la experiencia, la mejora notable en los indicadores académicos y la información que proporciona al profesorado el análisis de los datos registrados de la navegación por los itinerarios para detectar dificultades en el aprendizaje.

**Palabras clave:** *Itinerario de aprendizaje, Aprendizaje personalizado, Aprendizaje flexible.*

**Abstract-** This contribution presents an experience that encourages the use of flexible learning itineraries as a strategy to organize training activities and promote self-regulated work by students. For its implementation, didactic material has been created in a different format and interactive learning sequences have been designed, requiring the student to respond to the challenges that are presented. A configurable tool has been implemented to map out a pathway through the activities, which defines the navigation routes through a hierarchical structure of nodes that are connected to each other according to the student's response. The tool allows each step of the path followed to be recorded in order to meet the objectives of each itinerary. The new personalized learning model has been implemented in two basic maths subjects in the first year of three Engineering degrees at the University of Cantabria. The main results highlight student satisfaction with the experience, a notable improvement in academic achievement, and the obtention of information provided to teachers by the analysis of the recorded data from navigating the itineraries to detect the main learning difficulties.

**Keywords:** *Learning Itineraries, Personalised Learning, Flexible Learning*

### 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje personalizado es un modelo de instrucción que tiene en cuenta las demandas educativas individualizadas y las necesidades específicas de cada estudiante (Miliband,

2006). Este tipo de aprendizaje constituye un enfoque eficiente en cuanto puede aumentar la motivación, el compromiso, la comprensión y el rendimiento del alumnado, maximizando así tanto su satisfacción como la eficiencia y la eficacia del aprendizaje (Adragna, 2019; Buitrago et al, 2021).

En la búsqueda por personalizar y optimizar el proceso de aprendizaje, cada vez más instituciones educativas y profesores están adoptando enfoques basados en itinerarios de aprendizaje. Para Salinas y De Benito (2020), un itinerario de aprendizaje responde a la necesidad de guía de los alumnos por los contenidos, procesos y actividades, al mismo tiempo que proporciona suficiente flexibilidad para que el estudiante ejerza autonomía en la adquisición del conocimiento.

Para garantizar el éxito de este enfoque, es crucial establecer un equilibrio apropiado entre la estructura y la autonomía necesaria para la autorregulación. En este sentido, los recorridos educativos brindan la oportunidad de organizar, a través de secuencias de aprendizaje adaptadas, los conceptos a ser aprendidos, los recursos de aprendizaje y los métodos de evaluación a utilizar. Además, permiten la incorporación de actividades que promueven una retroalimentación continua a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. De este modo, se puede ofrecer una monitorización del progreso, fomentando la autonomía de los estudiantes al identificar áreas de mejora y reconocer los logros alcanzados (Minguillon, 2005).

El aprendizaje personalizado permite un enfoque pedagógico efectivo para abordar las dificultades que encuentran los estudiantes de asignaturas de matemáticas de los primeros cursos de ingeniería a la hora de adquirir fundamentos matemáticos sólidos de aplicación en disciplinas técnicas. Adaptar enfoques ajustados a las necesidades de los estudiantes puede promover la comprensión profunda y resultados más satisfactorios (O'Shea y Breen, 2021).

En este artículo se presenta una experiencia de aprendizaje que, tomando en consideración los aspectos anteriores, utiliza itinerarios o secuencias de aprendizaje personalizadas que permiten al estudiante avanzar por diferentes caminos para alcanzar un mismo objetivo. Para el diseño de estos itinerarios, se han aplicado árboles de decisión para establecer el conjunto de opciones y acciones que se pueden tomar. El uso de distintas tecnologías ha facilitado tanto la creación de las actividades como la configuración de las rutas de aprendizaje y la realización del seguimiento del progreso de los estudiantes.

Esta comunicación se estructura de la siguiente manera: en el apartado 2 se describe la experiencia en el contexto en el que se ha llevado a cabo; en el apartado 3, se analizan los principales resultados y, finalmente en el apartado 4, se exponen las conclusiones.

## 2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

La experiencia se ha puesto en práctica en el curso 2022-2023 en las asignaturas básicas de Cálculo de los Grados de Ingeniería Mecánica, Industrial y Química de la Universidad de Cantabria. En estos planes de estudio, se ofertan dos asignaturas de esta materia, Cálculo I y Cálculo II/Ampliación de Cálculo, que se imparten en el primer curso en distinto cuatrimestre.

Inicialmente, y a modo de prueba piloto, se ensayó la propuesta en un tema de la asignatura del primer cuatrimestre del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y, posteriormente, introducidas varias mejoras, se aplicó en las asignaturas del segundo cuatrimestre de los tres grados. En la Tabla 1 se recoge el número de estudiantes matriculados en las asignaturas y los que han participado en esta experiencia.

**Tabla 1.** Número de estudiantes matriculados y participantes

Titulación de Grado	Asignatura	Alumnos matriculados	Alumnos participantes
Tecnologías Industriales	Cálculo I	81	75
Tecnologías Industriales	Cálculo II	88	64
Mecánica	Cálculo II	76	42
Química	Ampliación de Cálculo	109	72

Estas asignaturas presentan como problemática una elevada tasa de abandono, superando al 35%, debido principalmente a las dificultades de adaptación durante la transición académica y social a la universidad. Entre estas dificultades se incluyen la carga de trabajo, la exigencia académica y la capacidad para regular su proceso de aprendizaje. La presente propuesta se plantea como una oportunidad para mejorar el desempeño de los estudiantes en estas asignaturas, lo que a su vez incrementará su confianza y compromiso con las mismas.

Con el fin de comprender y recopilar información sobre el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes, se ha aplicado durante los dos últimos cursos académicos el cuestionario CECAPEU, Cuestionario de Estrategias Cognitivas y Metacognitivas para el Aprendizaje en la Educación Universitaria (Gargallo-López, 2021) recibiendo la respuesta de 95 estudiantes. Este cuestionario es un instrumento diseñado para medir la competencia de "aprender a aprender" en estudiantes universitarios. Los resultados obtenidos, en la dimensión metacognitiva, son valores cercanos a 3.5 en una escala de respuesta de 1 a 5. Dicha dimensión se divide en cuatro subdimensiones, observándose que la puntuación más baja se encuentra en la subdimension planificación, organización y gestión del tiempo (Tabla 2).

A partir de los resultados obtenidos en el cuestionario y con el fin de fortalecer la competencia de gestión del tiempo, se planteó una propuesta de cambio que pudiera llevarse a cabo fuera del aula, mediante tareas autónomas guiadas, buscando así fomentar la autorregulación y la participación activa de los estudiantes en su propio proceso formativo.

El proyecto se ha planteado con los siguientes objetivos:

- Diseñar una propuesta metodológica que aplique este enfoque adaptado de la docencia utilizando itinerarios formativos personalizados.
- Validar tanto el diseño de los itinerarios construidos como la herramienta que los gestiona.
- Tener una visión de los conceptos que presentan mayor dificultad de aprendizaje para los estudiantes.
- Valorar la incidencia de esta propuesta en la mejora de los resultados académicos.

**Tabla 2.** Resultados del cuestionario CECAPEU

Dimensión metacognitiva			
Conocimiento de sí mismo, de la tarea y de las estrategias	Planificación, organización y gestión del tiempo	Autoevaluación, control, autorregulación	Resolución de problemas
3.6	3.0	3.5	3.6

### A. Planificación

Antes de diseñar y crear estos itinerarios de aprendizaje, se reflexionó sobre tres aspectos clave en los que basar el diseño de la experiencia: ¿qué queremos que aprendan nuestros estudiantes?, ¿cómo se aprenden los resultados esperados? y ¿qué condiciones favorecen un mejor aprendizaje? Del análisis de estas cuestiones, nos planteamos construir itinerarios formativos que incluyeran actividades con las que

- Fomentar el pensamiento crítico y la reflexión planteando cuestiones para refutar suposiciones, evaluar evidencias y desarrollar argumentos fundamentados.
- Basar su enfoque de aprendizaje planteando desafíos que precisaran la aplicación de los conocimientos para encontrar soluciones y la integración de tecnología para la visualización de conceptos o realización de cálculos.
- Favorecer el aprendizaje informando al estudiante de su progreso y facilitando retroalimentación continua que les permitiera autorregular su avance y no quedarán bloqueados en el proceso.

Cada itinerario formativo se configuró a partir de la definición de los siguientes aspectos:

- Los objetivos a alcanzar, claros y relevantes.
- Los recursos más apropiados, principalmente aquellos que sean significativos en la formación de los estudiantes y/o permitan bifurcaciones o distintas posibilidades con las que alcanzar los objetivos propuestos.
- Los indicadores de logro de los estudiantes para informarles de su progreso.
- La estimación de la carga de trabajo del estudiante para ajustar los hitos a conseguir adecuados al esfuerzo.

### B. Diseño de los itinerarios

Para estructurar los itinerarios se optó por utilizar árboles de decisión que nos han permitido mapear el conjunto de opciones de aprendizaje disponibles y guiar a los estudiantes a través de un camino personalizado en función de sus elecciones y resultados anteriores. Estos árboles de decisión se basan en los conocimientos previos del estudiante y los objetivos específicos de la materia.

En cada mapa, los nodos se identifican con actividades vinculadas a objetivos, y se relacionan entre sí mediante una

jerarquía de tópicos padre y tópicos hijos. Así, objetivos complejos tienen varios hijos y, en función de la respuesta del estudiante a los retos que se le presenten, se regresa a tópicos de la jerarquía superior o se desciende a los de una jerarquía inferior (Agudelo, 2015).

Cuando se navega por un itinerario, se tiene la opción de registrar información de la ruta seguida, esto es, los nodos por los que ha transitado y las respuestas a los retos propuestos por el camino.

La navegación por los itinerarios se ha implementado con la herramienta de autor DescartesJS que permite elaborar recursos didácticos interactivos que se embeben en páginas HTML. Las escenas permiten una interacción fluida y dinámica con los elementos presentes en ella (animaciones, elementos gráficos, campos de texto, botones, etc.) lo que proporciona una amplia gama de posibilidades.

Cada nodo se vincula con una página HTML y la comunicación entre la herramienta y las páginas se ha realizado con tecnologías web como JavaScript, HTML5 y PHP.

La estructura de un itinerario se configura mediante ficheros de texto quedando automatizada la navegación sin requerir ningún conocimiento informático. La única información que se precisa es el nombre de cada nodo, su tipología (tipo de actividad a realizar), los posibles nodos de avance permitidos desde él y si es un punto de control a alcanzar. En la Figura 1 se muestra la representación de un itinerario y la información que lo define. En este mapa, los puntos rojos representan los hitos a conseguir para finalizar el itinerario y los azules se corresponden con nodos secundarios.

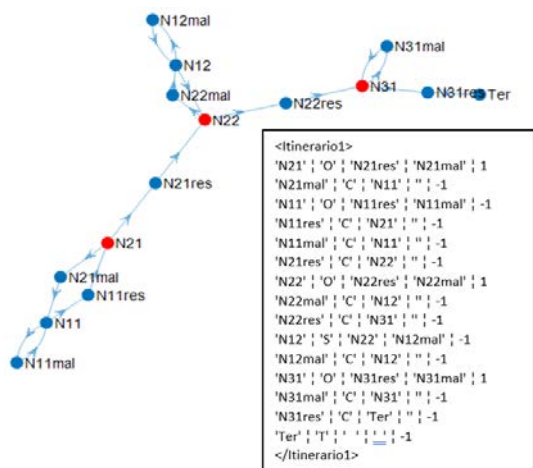


Figura 1. Estructura de un itinerario

### C. Recursos generados

Se han construido 72 itinerarios con aproximadamente 360 actividades interactivas correspondientes a 7 temas. En las actividades se proponen pistas para guiar al estudiante en el desarrollo de la actividad y/o se le va guiando en la resolución de algunas de ellas paso a paso. En cada itinerario se muestra además el progreso de los estudiantes por los hitos a conseguir y se proporciona información de los conceptos teóricos principales con explicaciones en formato video o con enlace a herramientas visuales para la comprensión de los conceptos. Algunos ejemplos de los tipos de actividades utilizadas pueden consultarse en (Álvarez y Ruiz, 2017). La Figura 2 muestra un ejemplo de actividad.



Figura 2. Ejemplo de actividad

Cada itinerario se ha acompañado de una ficha descriptiva que facilita información a los estudiantes, que contiene la identificación, una breve explicación, su duración, el nivel y los resultados de aprendizaje.

## 3. RESULTADOS

De la experiencia realizada se quieren destacar como principales resultados, además de la satisfacción de los estudiantes con la experiencia formativa, la mejora de los resultados académicos respecto al curso anterior y la información que se ha obtenido de las principales dificultades de aprendizaje que tienen los estudiantes, al analizar las rutas que siguen para alcanzar los objetivos.

Para conocer la satisfacción de los estudiantes con este nuevo modelo de aprendizaje se les asignó una doble tarea, por un lado, completar entre dos y tres itinerarios por tema que debían enviar registrando sus pasos y respuestas a las actividades y, por otro, valorar su satisfacción respecto a la calidad del material, su utilidad, su adecuación al nivel y proponer propuestas de mejora. Se dispone del registro de 2778 itinerarios realizados (caminos seguidos por los estudiantes) que han sido también valorados, en grupo o de forma individualizada, en 1127 encuestas recibidas. La Tabla 3 recoge algunos de los aspectos valorados por los estudiantes para cada uno de los siete temas en los que se ha aplicado esta nueva metodología. La escala de valoración considerada es desde 1 (muy poco) hasta 5 (mucho).

Tabla 3. Valoración dada por los estudiantes

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Utilidad de las actividades	4,1	4,13	4,02	4,02	4,06	4	3,97
Claridad de la retroalimentación	4,24	4,2	4,2	4,2	4,12	4,18	4,05
Calidad del material	4,18	4,18	4,17	4,18	4,15	4,14	4,09
Sencillo de utilizar	4,36	4,36	4,28	4,28	4,25	4,17	4,02
Nivel adecuado	4,04	4,12	4,02	4,02	4	4,09	4,04
Valoración general	4,15	4,2	4,17	4,27	4,09	4,13	4,05

Tema 1 (T1): Transformada de Laplace, Tema 2 (T2): EDOS de primer orden; Tema 3 (T3): EDOS de segundo orden; Tema 4 (T4): Integral de Superficie; Tema 5 (T5): Integral de Línea; Tema 6 (T6): Integral Triple; Tema 7 (T7): Integral doble

Para mostrar más detalle de las valoraciones se han diseñado tableros de visualización con los que tener información más detallada seleccionando distintos filtros (ver Figura 3).

Respecto a la mejora de los resultados académicos, la Tabla 4 resume, para las asignaturas de ambos cuatrimestres en las que se ha llevado a cabo esta experiencia, el aumento del porcentaje de aprobados y la mejora de las calificaciones respecto a las obtenidas en el curso pasado. En la tabla se aprecia también la disminución en el porcentaje de estudiantes no presentados este curso respecto al año anterior.



Figura 3 Valoración de los estudiantes por tema

Tabla 4. Resultados académicos

Titulación	Asignatura	Aprobados	Calificaciones	No presen.
G. Tecnologías Industriales	Cálculo I	↑ 27,2%	Notables: ↑ 17,3% Sobresalientes: ↑ 1,2%	↓ 21%
G. Tecnologías Industriales	Cálculo II	↑ 15,1%	Notables: ↑ 4,6% Sobresalientes: ↑ 1,1%	↓ 16,1
G. Mecánica	Cálculo II	↑ 14%	Notables: ↑ 0,1% Sobresalientes: ↑ 6,6 %	↓ 6,6
G. Química	Ampliación de Cálculo	↑ 20,4%	Notables: ↓ 1,8% Sobresalientes: ↑ 0,9%	↑ 1,3

Del análisis de la forma en la que se ha navegado por cada itinerario se puede conocer, bien para cada estudiante o de forma global para todos ellos, qué nodos del camino han sido más frecuentados. En la figura 4 se muestra una visualización en la que el grosor del nodo está vinculado con el número de veces que se ha visitado. En este itinerario, como ejemplo de análisis de la información registrada, indicar que el 50% de los estudiantes que lo terminaron, transitaron en media por 13,9 nodos siendo 7 el número de nodos del camino principal. El nodo que ha presentado mayor dificultad ha sido el N31 en el que el 50% del alumnado tuvo que realizar el camino secundario para finalmente conseguir el hito asociado.

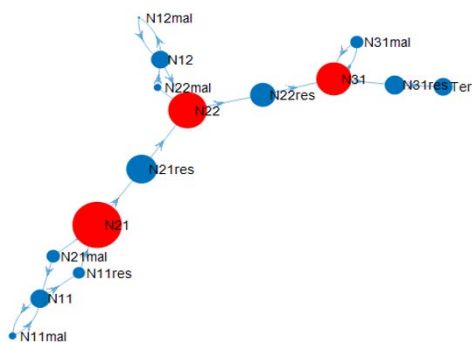


Figura 4. Representación de la navegación por un itinerario

#### 4. CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado ha abierto nuevas oportunidades en la enseñanza de la materia y ha enriquecido la experiencia de estudio de nuestro alumnado al facilitar adaptarse a sus necesidades de aprendizaje como han manifestado en la valoración que han dado a esta experimentación. El control sobre su propio aprendizaje ha servido como motivación en el estudio aportando una mejora en el porcentaje de aprobados y sus calificaciones, así como una disminución en la tasa de no presentados. Además, la posibilidad de la herramienta de grabar la navegación de los estudiantes está permitiendo al profesorado conocer cómo aprenden y cuáles son los objetivos que

presentan mayor dificultad. Esta información resulta muy positiva para perfeccionar el mapa de cada itinerario y ajustar la carga de trabajo que supone completarlo.

Dado que el diseño de los itinerarios pueda realizarse mediante ficheros de texto que no requieren de conocimientos informáticos, la transferencia a otros contextos es fácilmente adaptable. Además, todas las tipologías de actividades utilizadas se generan mediante plantillas configurables y pueden utilizarse igualmente para contenidos no necesariamente de matemáticas.

Se está trabajando en la ampliación de tipos de actividades a incorporar y en la preparación de informes automatizados que faciliten la gestión de los datos registrados tanto de la valoración como de la navegación por los itinerarios.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Cantabria la ayuda recibida al proyecto *MathLearn+: Itinerarios Personalizados de Aprendizaje Enriquecidos con Tecnología en Asignaturas de Matemáticas* aprobado en su VI Convocatoria de Innovación Docente.

#### REFERENCIAS

Adragna, S. (2019). A Review of Tapping into the Power of Personalized Learning. *Internet Learning Journal*, 7(1), 67-70. <https://elearningindustry.com/free-ebooks/power-of-personalized-learning-tapping-into>

Agudelo, O. L., y Ibáñez, J. S. (2015). Flexible learning itineraries based on conceptual maps. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 4(2), 70-76.

Álvarez, E., y Ruiz, M. (2017). Diseño y desarrollo online de ejercicios interactivos de matemáticas con estrategia de tutorización automática. VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, 127-135. Madrid, España.

Buitrago, R, Salinas, J., y Boude, O. (2021). Designing and Representing Learning Itineraries: A Systematic Review of the Literature. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, 47, 94-122. <https://bit.ly/3vsmOfx>

Gargallo-López, B., Suárez-Rodríguez, J.M., Pérez-Pérez, C., Almerich Cerveró, G., y García-García, F.J. (2021). El cuestionario CECAPEU. Un instrumento para evaluar la competencia aprender a aprender en estudiantes universitarios. *RELIEVE*, 27(1), art. 1. <http://doi.org/10.30827/relieve.v27i1.20760>

Miliband, D. (2006). Choice and Voice in Personalised Learning. *Schooling for tomorrow – Personalising education*, 21-30 <http://dx.doi.org/10.1787/9789264036604-2-en>

Minguillón, J., Mor, E., Santanach, F. y Ortiz, L. G. (2005). Personalización del proceso de aprendizaje usando learning objects reutilizables. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 0(0), 1-10.

O'Shea, A. y Breen, S. (2021) Students' Views on Transition to University: The Role of Mathematical Tasks. *Can. J. Sci. Math. Techn. Educ.* 21, 29-43. <https://doi.org/10.1007/s42330-021-00140-y>

Salinas, J. y de-Benito, B. (2020). Construction of personalized learning pathways through mixed methods. *Comunicar*, 65, 31-42. <https://doi.org/10.3916/c65-2020>