

## Aprendizaje de competencias específicas en asignaturas técnicas con elevado número de alumnos: Análisis de la asignatura Instrumentación y Control Industrial

### *Learning specific competences in technical subjects with a high number of students: Analysis of the subject Industrial Instrumentation and Control.*

Gema Prats-Boluda <sup>a</sup>, Javier Garcia-Casado <sup>b</sup>, Yiyao Ye Lin <sup>c</sup>, Beatriz Trénor Gomis <sup>d</sup>, Enrique Guijarro-Estellés <sup>e</sup>, José Luis Martínez-de-Juan <sup>f</sup>

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [geprabo@eln.upv.es](mailto:geprabo@eln.upv.es); <sup>b</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [jgarcia@eln.upv.es](mailto:jgarcia@eln.upv.es); <sup>c</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [yiyee@eln.upv.es](mailto:yiyee@eln.upv.es); <sup>d</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [btrenor@eln.upv.es](mailto:btrenor@eln.upv.es); <sup>e</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [eguijarro@eln.upv.es](mailto:eguijarro@eln.upv.es); <sup>f</sup>Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Electrónica, València, España, [jlmartinez@eln.upv.es](mailto:jlmartinez@eln.upv.es).

How to cite: Prats-Boluda, G.; Garcia-Casado, J.; Ye Lin, Y.; Trénor, B.; Guijarro-Estellés, E.; Martínez-de-Juan, J.L. 2022. Análisis de la asignatura Instrumentación y Control Industrial. International conference on innovation, documentation and education. In the proceedings book: International conference on innovation, documentation and education. INNODOCT/22. Valencia, November 2<sup>nd</sup>-7<sup>th</sup> 2022. <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15713>

---

### **Abstract**

*The evaluation of specific skills in technical degrees is usually summative and articulated in written tests and reports to be delivered mostly at the end of the teaching period. The students concentrate the study around the evaluations, with little margin to “correct their learning” and establish concepts. This work is part of an educational innovation and improvement project focused on the design and implementation of formative assessment activities, aimed at learning specific skills in the field of electronics. The Industrial Instrumentation and Control (ICI) subject, compulsory in the Industrial Engineering Master with more than 300 students, participates in it. Through a questionnaire of 21 questions, the current state of ICI regarding the learning of specific competences has been analyzed: “tracking” and time dedicated by students, preferred teaching methodologies, concepts that are more difficult to assimilate and assessment of the feedback received. It was found that 44% of the students concentrate their study in the next few weeks to the evaluation.*

*Only 12% have arranged tutorials. 55% consider that the feedback of the activities is insufficient, positively value problem-based learning (68%), less master class (6%) and consider that ICI has allowed them to improve the skills associated with the design of measurement chains industrial. This information has led to the redesign of the subject, including formative evaluation activities based on problems to be implemented next academic year 22-23.*

**Keywords:** *Formative evaluation, specific competences, large groups, tutorial sessions*

---

### **Resumen**

*La evaluación de las competencias específicas en titulaciones técnicas suele ser sumativa y articulada en pruebas escritas y memorias a entregar mayoritariamente al finalizar el periodo docente. Los alumnos concentran el estudio entorno a las evaluaciones, con poco margen para “corregir su aprendizaje” y asentar conceptos. El presente trabajo se enmarca en un proyecto de innovación y mejora educativa centrado en el diseño e implantación de actividades de evaluación formativa, orientadas al aprendizaje de competencias específicas en el ámbito de la electrónica. En él participa la asignatura Instrumentación y Control Industrial (ICI), troncal del Máster en Ingeniería Industrial con más de 300 alumnos. Mediante un cuestionario de 21 preguntas se ha analizado el estado actual de ICI respecto del aprendizaje de competencias específicas: seguimiento y tiempo dedicado por los alumnos, metodologías docentes preferidas, conceptos más difíciles de asimilar y valoración de la realimentación recibida. Se obtuvo que un 44% de los alumnos concentra su estudio en las semanas próximas a la evaluación. Sólo el 12% ha concertado tutorías. El 55% considera que la realimentación de las actividades es insuficiente, valoran positivamente el aprendizaje basado en problemas (68%), poco la lección magistral (6%) y consideran que ICI les ha permitido mejorar las competencias asociadas al diseño de cadenas de medida industriales. Esta información ha conllevado el rediseño de la asignatura, incluyendo actividades de evaluación formativa basadas en problemas a implantar el próximo curso 22-23.*

**Palabras clave:** *Evaluación formativa, competencias específicas, grupos numerosos, tutorías, aprendizaje basado en problemas*

## **Introducción. Contexto de la asignatura Instrumentación y Control Industrial**

La asignatura Instrumentación y Control Industrial (ICI, Código 33813) es una asignatura obligatoria del Máster Universitario en Ingeniería Industrial con más de 300 alumnos

matriculados en el curso 21-22. Pertenece al módulo de troncalidad, y corresponde a la formación dentro de la materia de Ampliación de Tecnologías Industriales (50) siendo impartida por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ETSII de la Universitat Politècnica de València (UPV). El Departamento de Ingeniería Electrónica (DIEo) tiene una asignación para esta asignatura de 1.8 créditos de teoría y problemas de aula y 0.45 créditos de prácticas de laboratorio. La Comisión Académica del Título ha acordado que ICI debe contribuir a la adquisición de ciertas competencias genéricas y específicas, entre las que destaca la TI7: Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje encargado al DIE.

Los profesores de ICI participan junto con profesores de otras asignaturas del área de la electrónica, en un proyecto de innovación y mejora educativa de la UPV centrado en el diseño e implantación de actividades de evaluación formativa, orientadas al aprendizaje de competencias específicas en el ámbito de la Electrónica en grupos numerosos. Ello es debido a que en ICI se han ido transformando y alineando los resultados del aprendizaje, las metodologías docentes y los sistemas de evaluación de acuerdo a una formación en competencias (De la Cruz, 2005). Ello ha implicado un proceso constructivo, activo y reflexivo (Villa, 2011), conllevando la definición los resultados del aprendizaje (ANECA, 2013) de la asignatura. Muchos de los esfuerzos se han centrado en el diseño, implantación y valoración de actividades para trabajar y obtener evidencias de la consecución de competencias transversales. No obstante, a pesar del diseño de actividades para fomentar el aprendizaje activo, la evaluación de las competencias específicas y genéricas sigue recayendo fundamentalmente en una evaluación sumativa puntual, que con una prueba escrita de respuesta abierta, 1 trabajo académico con presentación oral (Seminarios) y 2 exámenes tipo test junto con una memoria previa sobre el aprendizaje de las prácticas. A ello se suma que el porcentaje de alumnos que superan dichas pruebas individuales se encuentra entorno al 60%. Todo ello pone en evidencia un amplio margen de mejora y la necesidad de proponer y valorar cambios en las metodologías docentes y de evaluación de las competencias específicas. Asimismo, se ha observado que alumnos concentran el estudio la semana/días anteriores a los exámenes, donde se localizan la gran mayoría de las tutorías, siendo el margen para poder “corregir” y asentar conceptos muy limitado. El adecuado diseño e implantación de actividades de evaluación formativa permitiría que los alumnos de ICI mejoraran su proceso de aprendizaje realizando un seguimiento continuado de la mismas pudiéndose identificar las principales dificultades de aprendizaje de la asignatura y los **conceptos umbrales**. Este conllevaría un rediseño de ICI con actividades que favorezcan que el alumno sea consciente de los diferentes factores en su proceso de aprendizaje (habilidades, de cómo se autorregula y reflexiona, de cómo toma su decisiones), realizándose un seguimiento de este proceso (Guasch, 2014)(Vercher-Ferrandiz, 2021) pudiendo derivar en la implantación de un **plan de acción tutorial personalizado**. Este tipo de acciones tutoriales suele mostrar una correlación positiva con el rendimiento y éxito del alumnado (Muñoz, 2014)(Gairín, 2013).

## **1.Objetivos**

El presente trabajo versa sobre el análisis inicial de la situación asignatura ICI con el objeto de identificar el tipo de seguimiento que hacen los alumnos de la asignatura en su modelo actual, el tiempo de dedicación a cada una de las actividades formativas propuestas, solicitud de tutorías, identificación de los conceptos umbrales e identificación de las metodologías docentes que según los alumnos más les han ayudado en su proceso de aprendizaje. También se ha querido conocer el autodiagnóstico del alumnado sobre el nivel de dominio de la competencia específica TI7 y sus resultados de aprendizaje antes y después de haber cursado de la asignatura. Toda esta información permitirá un correcto abordaje del diseño de actividades formativas planteadas en el punto anterior.

## **2.Metodología.**

Se confeccionó un cuestionario de 21 cuestiones que se adjunta: 9 preguntas de opción múltiple, 9 preguntas de respuesta Likert y 3 de respuesta abierta para recabar información sobre la situación inicial de ICI. El test se implementó en la plataforma FORMS de Microsoft pudiendo ser contestado de forma anónima por todos los alumnos matriculados en la asignatura en el presente curso 21-22. Se recopilaron las respuestas de (206 alumnos) cuyos resultados se exponen en el siguiente apartado.

### **Cuestionario de valoración de ICI**

1. Las principales dificultades que he encontrado en la resolución de los problemas del examen de la parte de electrónica han sido debidas a:
  1. Conceptos relacionados con análisis de circuitos
  2. Identificación y cómputo de los errores asociados a las características de los sensores
  3. Identificación y cómputo de los errores inherentes a las etapas de acondicionamiento
  4. Interpretación de los enunciados de los problemas
2. Respecto del seguimiento de la asignatura de Instrumentación y Control Industrial (parte Electrónica)
  1. He realizado un seguimiento continuo de la asignatura desde el principio del cuatrimestre, estudiando los temas a medida que se iban impartiendo y realizando los problemas y actividades asociadas
  2. He revisado los conceptos vistos en las clases de forma periódica y los problemas realizados en clase, aunque no de forma continua
  3. He revisado los conceptos vistos en las clases y realizado los problemas de forma esporádica concentrando gran parte del estudio en la semana antes del examen.
  4. Fundamentalmente he estudiado la asignatura la semana antes del examen.
3. Respecto de la asistencia a tutorías
  1. No he solicitado nunca tutorías

2. He concertado una tutoría con el profesorado antes del examen o entrega de trabajos
  3. He concertado 2 o más tutorías antes del examen o entrega de trabajos
  4. He concertado 2 o más tutorías a lo largo de la asignatura
  4. Realimentación por parte del profesorado de las actividades realizadas
    1. Me parece totalmente insuficiente; 2. Me parece algo insuficiente; 3. Me parece aceptable, 4. Me parece totalmente adecuada
  5. En general considero que la retroalimentación que recibo de las distintas asignaturas de la titulación es
    1. Totalmente insuficiente; 2. Algo insuficiente; 3. Aceptable; 4. Me parece totalmente adecuada
  6. Desde mi punto de vista las metodologías / actividades que más me han servido para conseguir las competencias específicas de la asignatura han sido (puedes seleccionar más de una):
    1. Aprendizaje basado en problemas; 2. Seminarios; 3. Prácticas; 4. Lección magistral
  7. Indicar la metodología que más me ha servido para conseguir las competencias específicas de la asignatura.
  8. Indicar el número de horas fuera del aula dedicadas a la realización de problemas de la asignatura
    1. Menos de 10; 2. Entre 10 y 25; 3. Entre 26 y 45; 4. Más de 50
  9. Indicar el número de horas fuera del aula dedicadas a la realización de los seminarios
    1. Menos de 5; 2. Entre 5 y 10; 3. Entre 10 y 15; 4. Más de 15
  10. Si tuviera que realizar un auto-diagnóstico sobre el nivel de dominio de los conocimientos previos de la asignatura dirías que es:
    1. Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
- Valora tu nivel de dominio de las siguientes competencias antes y después de cursar la parte de electrónica de la asignatura Instrumentación y Control industrial
- Capacidad de Valorar diferentes tipos de sensores para la monitorización o medida de una magnitud en función de su principio de funcionamiento
11. Antes: Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
  12. Después: Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
- Capacidad para seleccionar en base a diferentes criterios el sensor para la medida de una magnitud en un proceso o aplicación industrial
13. 1. Antes: 1. Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
  14. Después: 1. Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
- Justificar, definir y diseñar las etapas de instrumentación necesarias para mejorar la calidad en la medida de una magnitud en un proceso industrial calculando los errores asociados
15. Antes: 1. Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
  16. Después: 1. Muy bajo      2. Bajo      3. Bueno      4. Muy bueno      5. Excelente
17. Indica la calificación final obtenida en la parte de electrónica de ICI

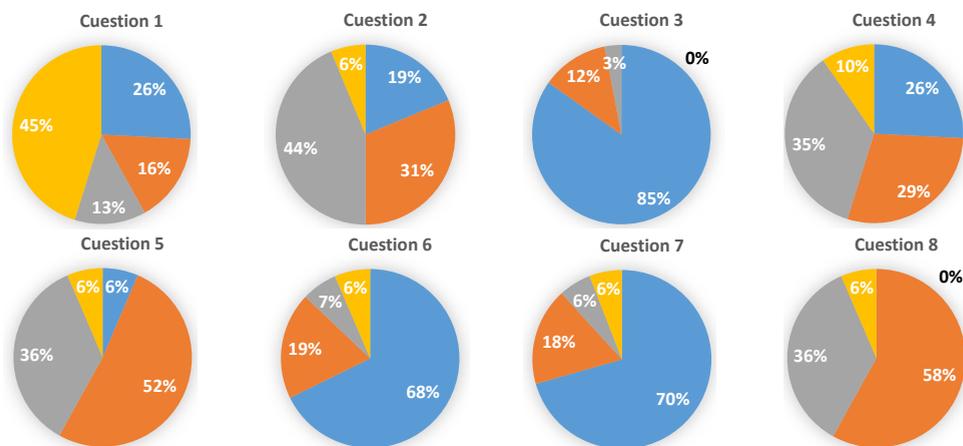
1.  $0 \leq \text{Nota} < 5$ ; 2.  $5 \leq \text{Nota} < 7$ ; 3.  $7 \leq \text{Nota} < 9$ ; 4.  $\text{Nota} \geq 9$
18. Indica la calificación obtenida en el seminario de la parte de electrónica de ICI
  1.  $0 \leq \text{Nota} < 5$ ; 2.  $5 \leq \text{Nota} < 7$ ; 3.  $7 \leq \text{Nota} < 9$ ; 4.  $\text{Nota} \geq 9$
19. Indica la calificación obtenida en las prácticas de la parte de electrónica de ICI
  1.  $0 \leq \text{Nota} < 5$ ; 2.  $5 \leq \text{Nota} < 7$ ; 3.  $7 \leq \text{Nota} < 9$ ; 4.  $\text{Nota} \geq 9$
20. Explica cuáles han sido desde tu punto de vista los conceptos “clave” en el aprendizaje de la electrónica y aquellos conceptos que más te ha costado entender
21. Explica cuáles han sido desde tu punto de vista los conceptos “en el aprendizaje de la electrónica que más te ha costado entender

### **3.Resultados e implicaciones en el diseño de actividades formativas**

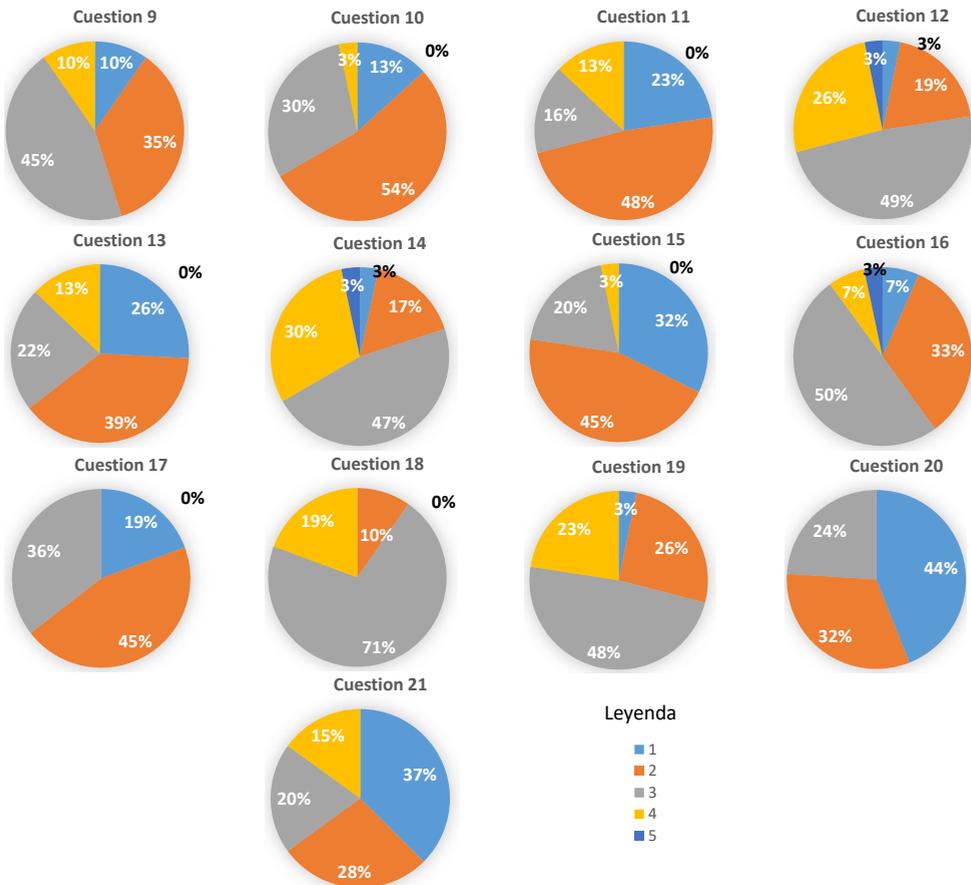
Dado que el porcentaje de alumnos que supera la prueba individual escrita de respuesta abierta (problemas) se encuentra entorno al 60%, en primer lugar, se consultó a los alumnos sobre los principales problemas que encuentran a la hora de resolver los problemas próximos a situaciones reales de diseño/análisis propuestos en la asignatura (cuestión 1, C1). El 45% reporta dificultades en la comprensión de los enunciados y el 26% en conceptos relacionados con el análisis de circuitos. Las actividades de evaluación formativa a diseñar harán hincapié en este aspecto, guiando al alumno hacia la interpretación correcta del problema a resolver y del uso de la información aportada por los fabricantes.

Respecto del seguimiento que realiza el alumno (C2), el grueso se reparte entre revisión periódica aunque no de forma continuada (39%) y revisión esporádica, concentrando gran parte del estudio en la semana antes del examen (32%). Se requieren actividades que propicien seguimiento más continuado como por ejemplo la resolución y entrega de problemas a lo largo de la asignatura. Las respuestas de seguimiento son acordes a las obtenidas en relación al número de tutorías (C3): el 87% de los alumnos no ha solicitado nunca tutorías y sólo el 10% las ha solicitado antes del examen o entrega de trabajos. Faltan “puntos de control” que favorezcan la reflexión y autodiagnóstico del alumno sobre su proceso de consecución de las competencias de la asignatura. En cuanto a la realimentación recibida de las actividades (C4) más de la mitad (55%) considera que ésta es totalmente insuficiente (26%) o algo insuficiente (29%). Este tiene que ser por tanto otro punto dónde centrar las mejoras a realizar en la asignatura. Respecto del conjunto de asignaturas de la titulación (C5) los resultados son muy similares, aunque ligeramente mejores: el 52% considera que la realimentación en general es algo insuficiente. Parece paradójico que un porcentaje elevado de alumnos refiera una realimentación insuficiente y sin embargo la mayoría no solicite tutorías al respecto. La metodología docente que consideran que más les ha ayudado a alcanzar las competencias genéricas y específicas de la asignatura (C6) ha sido el aprendizaje basado en problemas (68%) seguida por los seminarios de la asignatura (19%), siendo la más relevante la primera (C7) (70%). Así, el próximo curso 22-23 se pretende diseñar e implantar una batería de entrega problemas “reales” que les ayuden a autodiagnosticar su proceso de aprendizaje fomentando al mismo tiempo la petición de tutorías y/o de planes de acción tutoriales personalizados. Será muy importante tener en

cuenta la dedicación del alumno a la asignatura. El 58% de alumnos han dedicado entre 10 y 25h y el 36% entre 26 y 45h (C8) a la resolución de problemas. Para la realización de seminarios el 35% ha dedicado entre 5 y 10h horas fuera de aula y el 45% entre 10 y 15h (C9). Sobre los conocimientos previos de la asignatura, un 54% considera que tiene un dominio bajo (C10) y sólo un 30% considera que tiene un nivel de dominio bueno. Esto da pie a la realización de cuestionarios iniciales de valoración para que alumno detecte sus puntos débiles y solicite actividades y materiales de refuerzo. En cuanto al nivel de dominio de la competencia TI7, y sus resultados de aprendizaje, percibido por los alumnos antes y después de cursar ICI (C11-16), en general antes consideran que es bajo o muy bajo, y tras cursarla que es bueno o muy bueno. De estos éstos resultados podría inferirse que el tipo de problemas planteados en la asignatura (reales de instrumentación) deberían centrar el diseño de actividades de evaluación formativa. Señalar en cuanto a las calificaciones de los alumnos que contestaron el cuestionario el 19% obtuvo una calificación menor de 5 puntos, 45% entre 5 y < 7 puntos (C17) en la calificación final del DIEo. Las notas obtenidas en el seminario y las prácticas fueron más altas, con una valoración entorno al notable (C18 y C19). Finalmente indicar que para los alumnos han resaltado como conceptos clave el conocer e interpretar correctamente las características de los sensores 44%, y entender los teoremas y principios básicos de análisis de circuitos (32%), otros (24%) (C20) y reportan que lo que más les ha costado aprender (C21) ha sido la interpretación de la información técnica dada por el fabricante en sus hojas de características (37%), el cálculo de errores en la cadena de medida (28%) y el diseño de etapas de instrumentación (20%) otros (15%).



*Aprendizaje de competencias específicas en asignaturas técnicas con elevado número de alumnos:  
Análisis de la asignatura Instrumentación y Control Industrial*



**Fig. 1** Diagramas de tarta de las respuestas a las preguntas del cuestionario

## Conclusiones

Se evidencia la necesidad de implantar actividades que ayuden a los alumnos a superar sus dificultades en la comprensión de los enunciados de los problemas y en la selección adecuada de la información aportada por las hojas de características de los fabricantes. Estas actividades deben propiciar un seguimiento más continuado de la asignatura por ejemplo con entregas periódicas que favorezcan el autodiagnóstico del alumno sobre su proceso de aprendizaje y estimulen la puesta en marcha de planes de acción tutoriales. Las actividades formativas deberán prestar especial atención en ofrecer una realimentación de calidad. Para finalizar indicar que ya se introducido un cambio en la guía docente de ICI para el próximo curso 22-23 incorporando actividades de aprendizaje continuo basado en problemas.

## Agradecimientos

Se agradece a la UPV la financiación del proyecto PIME/21-22/260 (“Diseño e implantación de actividades de evaluación formativa, orientadas al aprendizaje de competencias específicas en el ámbito de la Electrónica en grupos numerosos”).

## Referencias

- ANECA (2013), “*Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje,*” <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otras-guias-y-documentos-de-evaluacion/Guia-de-apoyo-para-la-redaccion-puesta-en-practica-y-evaluacion-de-los-resultados-del-aprendizaje>
- DE LA CRUZ, A. et al (2006) *Taller sobre el proceso de aprendizaje-enseñanza de competencia*, Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza. ISBN-13: 978-8477912224, pp. 1-26
- GAIRÍN, J. C. Y. et al (2013), “*Campo abierto orientación y tutoría durante los estudios universitarios: el plan de acción tutorial guidance and tutoring during university studies: tutorial action plan,*” *Rev. Fuentes*, vol. 14, pp. 171–192, 2013.
- GUASCH, T. y ESPASA, A., (2014) “*Guia pel disseny d’un feedback formatiu i dialògic.*” Universitat Oberta de Catalunya. Grup de recerca Ed Online., Barcelona. pp.1-7
- MINISTERIO. DE EDUCACIÓN, “*Real Decreto 1027/2011.*” 2011.
- MUÑOZ R. C. et al (2014), “*Impacto de un Plan de Acción Tutorial universitario: resultados académicos, implicación y satisfacción,*” *REDU. Rev. Docencia Univ.*, vol. 12, no. 4, pp. 323–342.
- VERCHER-FERRANDIS, M. (2021). “*La tutorización proactiva como factor de mejora en los resultados de la formación online.*” *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 91-109.
- VILLA, A. y POBLETE M. (2011), “*Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones,*” *Bordón*, vol. 63, pp. 147–170