

IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE EN UN CURSO DE INGENIERÍA DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA DE LA COVID-19

ROSENDO FRANCO

GABRIELA GÓMEZ

MALENA SERRANO

Pontificia Universidad Católica del Perú

rofranco@pucp.edu.pe

ggomez@pucp.edu.pe

malena.serrano@pucp.edu.pe

Fecha de aceptación: 20-11-2022

RESUMEN

El enfoque de evaluación tradicional (basado en prácticas y exámenes) es predominante en los cursos de ingeniería. Durante los años 2020 y 2021, la emergencia sanitaria de la COVID-19 forzó la adaptación de los materiales y la metodología de enseñanza de estos cursos; sin embargo, la forma de evaluación se mantuvo prácticamente igual. Por ejemplo, en el curso Mecánica para Ingenieros (MI), la evaluación del curso fue virtual y consistió en cuatro (4) prácticas calificadas y dos (2) exámenes (síncronos) comunes para todos los alumnos de todos los horarios. En 2022, en el marco de un proyecto de innovación educativa, se decidió implementar una estrategia de evaluación para el aprendizaje en el curso MI. En particular, se definió que la evaluación formativa tuviera un 50% de la nota total del curso y que la evaluación sumativa (es decir, los exámenes) tuviera el 50% restante, y que la evaluación permanente tuviera una estructura semanal repetitiva. Este artículo presenta el diseño de la estrategia de evaluación, el desarrollo de los recursos necesarios para implementarla, la experiencia de implementación y las percepciones de los alumnos sobre la implementación.

ABSTRACT

The traditional evaluation approach (based on practices and exams) domains at engineering courses. In 2020 and 2021, the COVID-19 pandemic forced the adaptation of teaching materials and methodology of these courses; however, the form of evaluation remained practically the same. In the Mechanics for Engineers (MI) course, the course evaluation was online but consisted of four (4) qualified practices and two (2) common (synchronous) exams. In 2022, within the framework of an educational innovation project, it was decided to implement an evaluation for learning strategy in this course. It was defined that formative evaluation would have 50% of the total course grade and that summative evaluation (that is, the exams) would have the remaining 50%. Also, it was determined that formative activities would repeat on a weekly basis. This article presents the design of the evaluation strategy, the development of the necessary resources for it, the implementation experience and the students' perceptions about it.



1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se están realizando grandes esfuerzos a nivel mundial para evaluar y rediseñar diversos cursos y programas de ingeniería a fin de cumplir con estándares de acreditación nacional e internacional que garanticen la calidad de los ingenieros que estos producen (Heywood, 2016). Por ejemplo, un objetivo educativo muy importante en la mayoría de los países europeos es lograr el involucramiento activo de los estudiantes en su propio aprendizaje y, al mismo tiempo, convertirlos en aprendices más independientes (Pierce et al., 2011). Sin embargo, y pese a los objetivos trazados, el enfoque de evaluación tradicional (basado en prácticas y exámenes) sigue siendo predominante en los cursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), inclusive en los países europeos (Galan et al., 2016).

El modelo educativo tradicional en ingeniería consiste en combinar clases magistrales tradicionales (expositivas) con tareas y exámenes de opción múltiple o de desarrollo (Burtner, 2000). Sin embargo, el uso de la evaluación orientada a través de métodos cuantitativos promueve que los estudiantes adopten enfoques de aprendizaje superficiales, en lugar de alcanzar resultados de aprendizaje de alta calidad (Tang y Biggs,

1996; Thomas y Bain, 1984; Watkins, 1983). Esto se hace evidente en el caso de los alumnos enfocados en resolver problemas y aprobar un curso, en lugar de lograr aprendizajes significativos para su desarrollo académico y su futuro profesional. Más aún, en el contexto de aprendizaje a distancia debido a la situación pandémica provocada por la COVID-19, esto, también, se evidencia en la comisión de copia y plagio en los cursos con modalidades de evaluación tradicional como, por ejemplo, los cursos de ingeniería.

2. CONTEXTO

El curso Mecánica para Ingenieros (MI) forma parte de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial; es obligatorio y es dictado por varios profesores en diversos horarios debido a la gran cantidad de alumnos matriculados. Durante los años 2020 y 2021, la evaluación del curso fue virtual y consistió en cuatro (4) prácticas calificadas y dos (2) exámenes comunes para todos los alumnos de todos los horarios. Según las apreciaciones de los docentes del curso durante el año 2020: 1) la mayoría de los alumnos no estaba interesada realmente en su aprendizaje, sino en aprobar los cursos, lo cual conllevó a problemas de falta de motivación y de interés; 2) el alto peso de los exámenes parcial (30%) y final (40%) del curso contribuyó a incrementar los niveles de ansiedad y estrés de los alumnos; 3) la reacción de los alumnos ante las dificultades de aprendizaje en el curso fue mayormente de “miedo”, lo cual generó baja asistencia a clases, abandono del curso y comisión de plagio que, en conjunto, impactaron negativamente en su rendimiento académico.

En el primer ciclo del 2022, sobre la base de las percepciones anteriores y en el marco de un proyecto de innovación educativa avalado por las autoridades pertinentes, se decidió implementar una estrategia de evaluación para el aprendizaje en el curso MI. Para ello, las prácticas calificadas fueron reemplazadas con actividades sincrónicas y asincrónicas diseñadas para estimular el desempeño de

los alumnos (Black et al., 2004), generar un clima de involucramiento en el proceso de aprendizaje e incrementar la motivación en la formación profesional de los alumnos. Además, dado que los entornos de enseñanza y aprendizaje deben reducir las oportunidades de hacer trampa a través del diseño de la evaluación (Bretag et al., 2018), se incorporaron trabajos únicos y personalizados. Esto último se basó en que las evaluaciones que utilizan el conocimiento específico de la disciplina, con cierta complejidad incorporada, son menos propensas a la subcontratación (Ullah, 2020).

Al respecto, es importante enfatizar que las actividades realizadas, en concordancia con la definición de evaluación para el aprendizaje, se concentraron en el proceso de aprendizaje de los alumnos para pasar de una enseñanza de contenidos a un aprendizaje de procesos (Puñez, 2015).

3. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN

La evaluación para el aprendizaje, o también llamada evaluación formativa (William, 2018; Sindicato de exámenes locales de la Universidad de Cambridge [UCLES], 2019; Sudakova et al., 2022), abarca todas las actividades llevadas a cabo —durante el proceso de aprendizaje— con el objetivo de proporcionar a los estudiantes una retroalimentación sobre su progreso para, así, apoyar o mejorar su aprendizaje (Andrade, 2010; Clavijo, 2021). Dado que este tipo de evaluación se realiza durante el proceso de aprendizaje, y no solo al final de este, se pueden tomar decisiones educativas para ajustar la enseñanza de acuerdo con las necesidades de los alumnos y retroalimentarlos durante su proceso de aprendizaje. Más aún, los resultados de la evaluación, también, permiten al alumno plantear sus propias estrategias de aprendizaje y, así, autorregular su aprendizaje. En ese sentido, es indispensable brindar una retroalimentación adecuada y oportuna para estimular la motivación y la autonomía, y mejorar el aprendizaje a través de la evaluación (Martínez, 2020).

Con base en lo anterior, se analizó que, si bien era necesario mantener los exámenes en un formato tradicional, también, era necesario realizar una redistribución adecuada de pesos e incorporar actividades de evaluación continua (síncronas y asíncronas). En particular, se definió a) que la evaluación formativa tuviera un 50% de la nota total del curso y que la evaluación sumativa (es decir, los exámenes) tuviera el 50% restante; b) que la evaluación permanente tuviera una estructura semanal a fin de promover el estudio continuo del curso y disminuir el estrés durante la época de exámenes; y, c) que las actividades de evaluación fueran renombradas como actividades de aprendizaje a fin de enfatizar el carácter formativo de estas nuevas actividades de evaluación. A continuación, se detallan cada una de las actividades de aprendizaje diseñadas:

- **Actividad de entrada:** Los alumnos completan un cuestionario corto al comenzar la sesión de clase. La actividad está diseñada para conectar con los saberes previos de los alumnos y, además, incrementar su interés y motivación hacia el aprendizaje de cada uno de los contenidos del curso. La retroalimentación en esta actividad es automática e inmediata.
- **Actividad de salida:** Los alumnos completan un segundo cuestionario corto, pero de mayor complejidad en comparación a la actividad de entrada, al finalizar la sesión de clase. Las preguntas están enfocadas en el aprendizaje de los conceptos fundamentales del curso y, en general, la actividad está diseñada para monitorear continuamente el aprendizaje de los alumnos. La retroalimentación en esta actividad es automática e inmediata.
- **Actividad de trabajo autónomo-asincrónica:** Los alumnos trabajan libremente según su disponibilidad de tiempo. Se presentan cuestionarios organizados en tres niveles (inicial, estándar, avanzado) y cada alumno debe resolver adecuadamente (70% o más respuestas correctas), al menos un ejercicio de un nivel para avanzar al

siguiente. La retroalimentación en esta actividad es automática e inmediata, continuamente el aprendizaje de los alumnos. La retroalimentación en esta actividad es automática e inmediata.

- **Actividad sincrónica:** Los alumnos trabajan en cuatro (4) tipos de actividades de aprendizaje: 1) la solución de cuestionarios automatizados en forma individual; 2) la solución de cuestionarios automatizados en grupos de tres (3) estudiantes; 3) el desarrollo de soluciones manuscritas bajo la calificación de los jefes de práctica (heteroevaluación); y, 4) el desarrollo de soluciones manuscritas con coevaluación (ver figura 1). La retroalimentación en los cuestionarios es automática e inmediata, mientras que los desarrollos manuscritos son evaluados con rúbricas de calificación previamente alcanzadas. La actividad está diseñada para reforzar y profundizar los contenidos de la semana, para estimular el análisis crítico de soluciones alternativas y para fomentar el trabajo cooperativo.

<p>Tipo 1 – Solución de cuestionarios automatizados en forma individual</p> <p>Se trabaja en la solución de cuestionarios en forma individual.</p> <p>Cada cuestionario está compuesto por preguntas y subpreguntas.</p> <p>La calificación y retroalimentación es automática.</p> <p>La nota es 100% la solución individual.</p>	<p>Tipo 2 – Solución de cuestionarios automatizados en grupos</p> <p>Cada alumno es asignado a 01 grupo aleatorio que cambiará cada vez.</p> <p>Cada alumno trabaja en la solución de su cuestionario, pero debe pedir ayuda y/o ayudar a sus compañeros de grupo.</p> <p>La calificación y retroalimentación es automática.</p> <p>La nota es 50% la solución individual y 50% el promedio de notas del grupo.</p>
<p>Tipo 3 – Desarrollo de soluciones manuscritas con heteroevaluación</p> <p>Se trabaja en la resolución manuscrita de ejercicios en forma individual.</p> <p>La calificación y retroalimentación está a cargo de los jefes de práctica.</p> <p>La nota es 100% la resolución individual.</p>	<p>Tipo 4 – Desarrollo de soluciones manuscritas con coevaluación</p> <p>Se trabaja en la resolución manuscrita de 01 ejercicio en forma individual.</p> <p>La calificación y retroalimentación está a cargo de uno o más compañeros.</p> <p>La nota es 67% la resolución individual y 33% la labor de coevaluación.</p>

Figura 1. Tipos de actividades de aprendizaje sincrónicas

- **Actividad de autoevaluación crítica:** Al finalizar la semana, cada alumno participa en una autoevaluación para identificar el estado de sus logros de aprendizaje a través de preguntas reflexivas y autocríticas. Según sus respuestas, los alumnos reciben

una retroalimentación automatizada con sugerencias para mejorar sus estrategias de aprendizaje. De esta manera, la actividad busca estimular la autonomía y la autorregulación, e incrementar la auto percepción del aprendizaje.

Cabe señalar que, si bien todas las actividades de aprendizaje mencionadas fueron diseñadas para llevarse a cabo virtualmente, es posible adaptarlas a una modalidad de educación híbrida e, inclusive, una modalidad de educación presencial.

4. DESARROLLO DE RECURSOS

La implementación de la nueva estrategia de evaluación requirió la elaboración de un amplio banco de preguntas sobre los contenidos del curso; el uso de las diversas herramientas del LMS institucional (una plataforma basada en Moodle); y, además, el desarrollo de un aplicativo para la importación sistematizada de las preguntas del tipo calculadas.

Para comenzar, se elaboraron diversas preguntas representativas de todos los temas del curso, haciendo énfasis en aquellos conceptos identificados por los docentes, según las evaluaciones de ciclos pasados, como “de mayor dificultad”. Las diversas preguntas fueron desarrolladas considerando la extensión y el nivel de dificultad requeridos en cada actividad de aprendizaje. Por ejemplo, se utilizó preguntas de opción múltiple para las actividades de entrada y para el nivel inicial de las actividades del trabajo autónomo asincrónico. Sin embargo, se incorporaron preguntas de cálculo para las actividades de salida, y para los niveles estándar y avanzado de las actividades del trabajo autónomo asincrónico. Asimismo, se consideró el uso de preguntas de desarrollo en la mitad de las actividades de aprendizaje sincrónico.

Luego, además, se elaboraron las posibles retroalimentaciones generales para cada pregunta, y se sugirieron los conceptos que se debían aplicar y/o los procedimientos que se debían corregir en caso de error.

Al respecto, es importante señalar que las retroalimentaciones fueron elaboradas bajo un enfoque formativo, es decir, con la finalidad de que el alumno pudiera aprender “de”, y “a partir de” la evaluación y la corrección, sin sentir ningún tipo de acción descalificadora o penalizadora (Álvarez, 2001).

Las preguntas fueron inicialmente elaboradas en la plataforma de Microsoft Word. Se incorporaron los textos de los enunciados y las retroalimentaciones y, en una gran cantidad de casos, las figuras y/o los conjuntos de datos. Con respecto a las figuras, para uniformizar el estilo y la calidad gráfica, se contrató dos asistentes, con experiencia en dibujo y diseño gráfico, para que elaboraran las figuras, esquemas y diagramas requeridos para implementar todas las preguntas desarrolladas. Con respecto a los conjuntos de datos, se utilizó la plataforma de Microsoft Excel, a fin de probar y facilitar el análisis de diversas combinaciones de datos y sus correspondientes resultados.

Debido al gran volumen de preguntas elaboradas, se optó por desarrollar un aplicativo sobre la plataforma de Microsoft Excel, para crear y exportar las preguntas del tipo calculadas, dada su complejidad de implementación con múltiples juegos de datos. En la figura 2, se puede apreciar la ventana principal del aplicativo, que permite exportar la pregunta en formato XML y luego importarla en el LMS institucional. De esta manera, se aprovechan las bondades de Excel para crear los juegos de datos y las respectivas respuestas.

Figura 2. Ventana principal del aplicativo desarrollado

Una vez implementado el banco de preguntas, se utilizaron las herramientas nativas del LMS institucional para diseñar cuestionarios y talleres que permitieran utilizar las preguntas y las realimentaciones previamente desarrolladas. Si bien existe gran variedad de herramientas y recursos tecnológicos, se optó por utilizar exclusivamente la plataforma institucional a fin de evitar problemas de compatibilidad y aprovechar el soporte ofrecido por la institución.

5. EXPERIENCIA DE IMPLEMENTACIÓN

La experiencia de implementación comenzó con una reunión inicial, pocos días antes de comenzar el ciclo académico, a fin de exponer la nueva estrategia de evaluación para el curso y aclarar las dudas que pudieran tener los alumnos. La asistencia fue mayoritaria; sin embargo, se elaboró una presentación interactiva (ver figura 3, captura de pantalla de la presentación interactiva elaborada con el recurso Genially), con indicaciones resumidas para cada tipo de actividad de aprendizaje, y se publicó la grabación de la reunión para aquellos que no hubieran podido asistir. Asimismo, se envió mensajes en los que se recapitulaban las instrucciones específicas de cada actividad sincrónica antes de su realización, considerando que la comunicación eficaz es una de las dimensiones clave de la evaluación para el aprendizaje (Gracia-Metzger, 2021).

Paideia - Pregunta calculada

Evaluación, pregunta y sub-pregunta (EJ.: PC1/P1/P101):
 PC1/P2/P201

Texto de la pregunta:
 Dado el triángulo ABC que se muestra en la figura, de lados $a = (a)$ m, $b = (b)$ m y $c = (c)$ m.
 Calcule el perímetro del triángulo ABC.

Puntuación: Comodín respuesta: Error admitido (%):

Cifras significativas: Unidad de medida: Penalización de unidad:

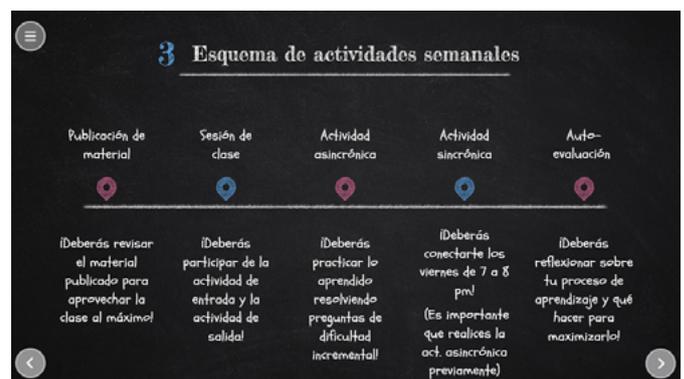


Figura 3. Esquema de actividades de aprendizaje semanales

Desde la primera semana de clases, los alumnos pudieron acceder y realizar todas las actividades de aprendizaje. Como resultado de la implementación de las actividades de entrada y salida, se observó un incremento bastante notable en la asistencia a clases (en comparación al año 2021) y un incremento en la participación de los estudiantes (preguntas, intervenciones, comentarios, entre otros). Asimismo, como resultado de las actividades de aprendizaje autónomo asincrónico, se percibió un incremento en el número de consultas semanales sobre la resolución de las preguntas en los tres niveles (inicial, estándar y avanzado). Si bien algunas de las consultas fueron derivadas de errores en los conjuntos de datos propuestos, estos fueron aprovechados para incrementar la interacción entre el docente y los alumnos.

En general, a lo largo del curso, el desempeño de los alumnos se consideró satisfactorio. No obstante, se observó que la gran mayoría de alumnos únicamente realizaba el trabajo mínimo necesario para obtener el puntaje completo de la actividad de trabajo autónomo, inclusive en el nivel inicial. Asimismo, se observó que un porcentaje de alumnos dejó de realizar las actividades de aprendizaje en las dos últimas semanas del ciclo y/o obtuvo la nota mínima necesaria para aprobar el curso en su examen final. Si bien estas dos ocurrencias generaron dudas en el equipo de trabajo sobre el nivel de motivación de los alumnos, esta situación, también, se atribuye a la alta carga académica que tienen los alumnos cerca al final del ciclo académico.

Finalmente, como parte de la evaluación del impacto de las actividades de aprendizaje implementadas durante el ciclo 2022-1, se realizó una encuesta de percepción a los alumnos matriculados en el curso. La tasa de respuesta fue de aproximadamente 40% y, a continuación, se presenta un resumen de los resultados:

1) El 83% de los alumnos encuestados considera que la estrategia de evaluación (formativa) contribuyó en gran medida a su aprendizaje y que debería extenderse a otros

cursos de su carrera.

2) La gran mayoría de los alumnos encuestados considera que las cinco (5) actividades semanales contribuyeron en gran medida a su aprendizaje. Así opinaron sobre la actividad de entrada el 75% de los alumnos; sobre la actividad de salida, el 72% de los alumnos; sobre la actividad de aprendizaje autónomo, el 87% de los alumnos; sobre, la actividad de aprendizaje sincrónico el 86% de los alumnos y la actividad de autoevaluación crítica el 60% de los alumnos.

6. COMENTARIOS FINALES

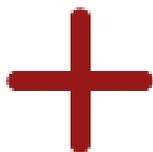
Si bien la reunión inicial congregó a la mayoría de los alumnos, las consultas sobre la metodología fueron recurrentes a lo largo del ciclo, especialmente cuando se realizaba un nuevo tipo de actividad sincrónica. En consecuencia, además de un conversatorio inicial, es importante elaborar documentos de referencia claros y concisos que sirvan de guía y/o recordatorio sobre los aspectos principales.

Todas las actividades de evaluación formativa, incluidas las coevaluaciones y las autoevaluaciones, fueron implementadas haciendo uso de las herramientas del LMS institucional. Sin embargo, existe gran variedad de herramientas tecnológicas y la estrategia de evaluación es adaptable a otras herramientas tecnológicas e, inclusive, a otras modalidades de evaluación (híbrida y presencial).

El trabajo fue arduo durante todas las semanas, e implicó la activa participación de todos los docentes, dos asistentes y un jefe de práctica revisor. Debido a ello, se recomienda implementar las actividades descritas en esta experiencia de forma gradual. Por ejemplo, podría incorporarse inicialmente solo las actividades de entrada y salida, o implementar todas las actividades solo en algunas unidades de estudio. Asimismo, también, se recomienda calibrar adecuadamente el número de preguntas de la

actividad de aprendizaje autónomo, a fin de no sobrecargar su preparación, a cargo del equipo docente, y su realización, a cargo de los alumnos.

La opinión favorable de los alumnos, evidenciada en los comentarios sobre una posible implementación de la evaluación para el aprendizaje en otros cursos, es alentadora. En ese sentido, existen oportunidades de mejora en las sugerencias de los estudiantes, como, por ejemplo, dosificar el número de preguntas y conformar de manera anticipada los grupos, para las actividades grupales. Asimismo, para promover la implementación de esta metodología en otros cursos, toda la experiencia adquirida será compartida con los docentes interesados en su futura implementación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. M. (2001). *Evaluar para conocer y examinar para excluir*. Ediciones Morata S. L.
- Andrade, H. L. (2010). Summing up and moving forward: Key challenges and future directions for research and development in formative assessment. En H. L. Andrade y G. J. Cizek (Eds.), *Handbook of Formative Assessment* (pp. 344-351). Routledge.
- Black, P., y Wiliam, D. (1998). Inside the black box: raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2),139-148.
- Bretag, T., Harper, R., Burton, M., Ellis, C., Newton, P., Rozenberg, P., y Van Haeringen, K. (2018). Contract cheating: a survey of Australian university students. *Studies in Higher Education*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1462788>
- Burtner, J. (2000). From The Changing Role of Assessment in Engineering Education: A Review of the Literature [Presentación de paper]. 2000 ASEE Southeastern Section Annual Meeting, Roanoke, Virginia, EE.UU.
- Clavijo, G. A. (2021, 15 de febrero). La evaluación del y para el aprendizaje. Observatorio, Instituto para el Futuro de la Educación, Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/evaluacion-del-y-para-el-aprendizaje>
- Galan, B., Muñoz, I., y Viguri, J. R. (2016). Implementation of an innovative teaching project in a Chemical Process Design course at the University of Cantabria, Spain. *European Journal of Engineering Education*, 41(5), 562-583. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1121463>
- Gracia-Metzger, S. (2021). *Guía didáctica curso TIC617: Evaluación para el aprendizaje con tecnología*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Heywood, J. (2016). *The Assessment of Learning in Engineering Education: Practice and Policy*. Wiley.
- Martínez, A. (2020). Evaluación para el aprendizaje. En M. Sánchez y A. Martínez (Eds.), *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias* (pp. 41-49). UNAM, Coordinación de Desarrollo Educativo e Innovación Curricular.
- Pierce, J., Durán, P., y Úbeda, P. (2011). Alternative Assessment in Engineering Language Education: The Case of the Technical University of Madrid. *US-China Education Review*, 179-187.
- Púñez, F. M. (2015). Evaluación para el aprendizaje. *Horizonte de la Ciencia*, 5(8), 87-96.

- Sudakova, N. E., Savina, T. N., Masalimova, A. R., Mikhaylovsky, M. N., Karandeeva, L. G., y Zhdanov, S. P. (2002) Online Formative Assessment in Higher Education: Bibliometric Analysis. *Education Sciences*, 12, 209. <https://doi.org/10.3390/educsci12030209>
- Tang, C., y Biggs, J. (1996). How Hong Kong students cope with assessment. *The Chinese learner: Cultural, psychological and contextual influences*, 159-182.
- Thomas, P., y Bain, J. (1984). Contextual Dependence of Learning Approaches. *Human learning*, 3, 230-242.
- Ullah, S. N. (2020). From Examples of Authentic Assessments in Engineering Education [Presentación de paper]. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2020, Porto, Portugal. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125271>
- University of Cambridge Local Examinations Syndicate. (2019). *Assessment for learning*. Cambridge Assessment International Education.
- Watkins, D. (1983). Depth of processing and the quality of learning outcomes. *Instructional Science*, 12(1), 49-58.
- William, D. (2018). *Embedded formative assessment (2.ª ed.)*. Solution Tree Press.