

INTERNACIONALIZACIÓN DESDE CASA MEDIANTE CLASES ESPEJO PARA FOMENTAR LA COLABORACIÓN ENTRE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

INTERNATIONALIZATION FROM HOME THROUGH MIRROR CLASSES TO ENCOURAGE COLLABORATION AMONG MECHATRONICS ENGINEERING STUDENTS

Á. Vergara Betancourt¹
J. L. Villa Ramírez²

RESUMEN

En este trabajo se reportan los resultados de establecer clases espejo como estrategia de internacionalización desde casa en la formación de ingenieros mecatrónicos. Esta colaboración buscó fomentar el trabajo colaborativo entre estudiantes de México y Colombia a través de sesiones en modalidad virtual. Para este propósito, se eligió un tema específico de la materia de Control y se abordó en tres momentos: i) adquisición y comprensión del tema elegido, ii) análisis y aplicación de los conocimientos adquiridos, iii) síntesis y evaluación de un problema planteado. Durante el primer momento los docentes tomaron un rol activo como guías y asesores, impartiendo sesiones sincrónicas para contextualizar y fundamentar un problema en particular relacionado con la identificación de sistemas y modelado matemático. Posteriormente, en el segundo momento, se les propuso a los estudiantes colaborar de forma síncrona y asíncrona para analizar y discutir un problema en particular relacionado al tema expuesto. Finalmente, en el tercer momento los estudiantes se organizaron en equipos mixtos para resolver y exponer la solución a un problema dado. Como resultado de este trabajo se logró el desarrollo de competencias disciplinares y competencias genéricas tales como, trabajo en equipo, organización, comunicación, uso de tecnologías, interculturalidad, entre otras; así como, un intercambio de experiencias y conocimientos durante el proceso logrando una mayor comprensión del tema estudiado.

ABSTRACT

This paper reports the results of establishing mirror classes as an internationalization strategy from home in the training of mechatronic engineers. This collaboration sought to promote collaborative work between students from Mexico and Colombia through virtual sessions. For this purpose, a specific topic of the Control subject was chosen and addressed in three moments: i) acquisition and understanding of the chosen topic, ii) analysis and application of the knowledge acquired, iii) synthesis and evaluation of a problem raised. During the first moment, teachers took an active role as guides and advisors giving synchronous sessions to contextualize and substantiate a particular problem related to the identification of systems and mathematical modeling. Later in the second moment, it was proposed to the students to collaborate synchronously and asynchronously to analyze and discuss a particular problem related to the exposed topic. Finally in the third moment the students were organized into mixed teams to solve and expose the solution to a given problem. As a result of this work, the development of disciplinary competencies and generic competences was achieved, such as teamwork, organization, communication, use of technologies, interculturality, among others; as well as an exchange of experiences and knowledge during the process achieving a greater understanding of the subject studied.

ANTECEDENTES

El trabajo expuesto en este artículo es el resultado de la colaboración internacional entre el TecNM / ITS Zacapoaxtla (ITSZ) de México y la Universidad Tecnológica de Bolívar

¹ Profesor asociado C. Tecnológico Nacional de México, Campus Zacapoaxtla. angel.vb@zacapoaxtla.tecnm.mx

² Profesor. Universidad Tecnológica de Bolívar. jvilla@utb.edu.co

(UTB) de Colombia. Las actividades presentadas forman parte del programa de internacionalización UTB Linked Class, promovida por la UT de Bolívar. Este programa tiene la finalidad de incorporar estrategias de trabajo colaborativo en línea entre universidades de diferentes países a través de tres modalidades: invitado internacional, aprendizaje colaborativo y clases espejo. Siendo las clases espejo virtuales y el trabajo colaborativo, las opciones descritas en este artículo.

La propuesta de trabajo que se presenta tiene como objetivo implementar estrategias de enseñanza-aprendizaje con alumnos de ingeniería mecatrónica del ITSZ y del UTB para fortalecer la adquisición de conocimientos disciplinares y desarrollar competencias genéricas. Para cumplir con este objetivo, se han propuesto clases espejo de forma virtual promoviendo la interacción entre estudiantes y profesores de ambas instituciones y fomentando el trabajo colaborativo entre los estudiantes a través de la solución de un problema planteado.

Con este trabajo se intenta responder a los siguientes cuestionamientos: ¿Es posible que mediante programas de internacionalización desde casa se puedan impartir temas complejos de asignaturas disciplinares a través de sesiones colaborativas a distancia (clases espejo) y lograr aprendizajes similares o superiores a los adquiridos a través de clases tradicionales en modalidad presencial? ¿Se puede establecer un trabajo colaborativo a distancia entre estudiantes de dos países y que estos logren resolver un problema en particular? ¿Las clases espejo en línea facilitan la adquisición de competencias disciplinares y competencias genéricas? ¿Qué otras competencias se alcanzan mediante actividades de internacionalización desde casa a través de la implementación de clases espejo?

Es importante mencionar que para el desarrollo del proyecto se establecieron actividades y sesiones que se pudieran atender de manera síncrona y asíncrona por cada uno de los participantes. La asignatura elegida fue la materia de control, correspondiente al plan de estudios de la carrera de ingeniería mecatrónica. El tema seleccionado fue identificación de sistemas y modelado matemático de sistemas de primer y segundo orden representativos a plantas o procesos en sistema de control (Vergara et al., 2017).

Los docentes participaron de forma síncrona con los estudiantes a través de sesiones virtuales y videoconferencias, utilizando plataforma Teams y Zoom. Por su parte, los estudiantes interactuaron con otros estudiantes a través de las mismas plataformas, además del uso de correo electrónico y mensajería WhatsApp. Los resultados de este trabajo apuntaron hacia el desarrollo de competencias disciplinares de la materia de control. También se fomentó el desarrollo de competencias genéricas tales como, trabajo en equipo, organización, comunicación, uso de tecnologías, interculturalidad, entre otras.

METODOLOGÍA

De acuerdo con De Zan et al. (2011), la internacionalización de la educación superior se define como: “las políticas y estrategias pedagógicas y curriculares, adoptadas por las universidades con la intención de aprovechar la globalización en beneficio de la calidad de sus funciones sustantivas de docencia, investigación y proyección o extensión social”.

Crowther et al. (2000) mencionan que, “Un currículo que da conocimiento internacional e intercultural y desarrolla habilidades en este campo, busca preparar estudiantes para realizarse (profesional social, emocionalmente), en un contexto internacional y multicultural”. Así mismo Alcón (2011) menciona que, la internacionalización de la educación superior surge como un plan estratégico para competir en el ámbito global y con el objetivo de prepararse para la sociedad del conocimiento (Bindé, 2005).

Bajo este contexto De Zan et al. (2011) proponen que, la internacionalización puede darse desde dos enfoques: a través de los contenidos de enseñanza y mediante de la formación por competencias profesionales. En el caso de la primera opción, resulta más complicada ya que se requiere entre otras cosas homologar contenidos curriculares y políticas educativas. No obstante, la segunda opción es más fácil de lograr, ya que no se pretende definir el *cómo* adquirir los conocimientos sino el *qué* se desea transmitir, dejando que cada institución decida el camino a seguir.

Así mismo, Rodríguez (2015) establece que, “la internacionalización no sólo como algo positivo, sino también como un componente clave muy relevante de la evolución de la educación superior y como estrategia formativa para el desarrollo de las competencias genéricas”, mencionando además que: “la formación universitaria debe otorgar importancia y dedicar recursos humanos y económicos a este tipo de programas internacionales para la adquisición de competencias genéricas que permite el desarrollo integral de los estudiantes”.

Por otra parte, Macedo y Carbajal (2022), también, mencionan que, “los procesos de internacionalización tienen un rol fundamental en la formación académica de ingenieros que trasciende a su formación integral y desarrollo de habilidades blandas”. Por ejemplo, Yangali et al. (2021) ha evidenciado que, la implementación de las clases espejo como estrategia pedagógica favorece el dominio de las competencias investigativas.

A pesar de los beneficios antes mencionados, llevar a cabo un proceso de internacionalización no resulta fácil, ya que, según Alcón (2011) existen algunos obstáculos para llevar a cabo la movilidad académica, entre ellas la financiación y los idiomas. Sin embargo, se tiene una alternativa para la internacionalización de la educación y esta es la implementación de las clases espejo, las cuales surgen como una posibilidad para internacionalizar el currículo de cada estudiante y personal académico, promoviendo la creación de redes académicas nacionales e internacionales (Salas, 2018).

El auge de las tecnologías y el desarrollo de un modelo flexible de movilidad han facilitado las estrategias de internacionalización en formato virtual, ya que, como lo mencionan Macedo y Carbajal (2022) se observan algunas ventajas en esta modalidad, por ejemplo: acceso a un mayor número de alumnos a la experiencia internacional, menor inversión por cada alumno, facilidad para lograr convenios entre instituciones que permiten generar congresos internacionales virtuales, imparticiones de cursos, contrataciones de académicos, entre otros.

Además, como lo mencionan Martínez y Conde (2021), la pedagogía y la tecnología determinan la manera como se plantea la educación actual, es decir que: “los alumnos y los docentes han cambiado la manera de aprender y de enseñar, por lo que se deben integrarse para transformar la educación y conseguir las habilidades requeridas del siglo XXI”.

Al mismo tiempo y de acuerdo con Bernal, J. y Bernal, M. (2022), como consecuencia de la pandemia experimentada por la humanidad y provocada por el virus SARS COV-2, los procesos de enseñanza-aprendizaje se tornaron de forma virtual. Por lo que, tanto estudiantes como maestros se han tenido que adaptar a esta nueva forma de interacción, y como lo expone Barbosa (2021), el uso de plataformas digitales compartidas favorece la comunicación y colaboración entre equipos de trabajo, promoviendo el desarrollo de las clases espejo.

Retomando el orden de ideas antes mencionadas, en este trabajo se propuso implementar un proceso de internacionalización desde casa a través de clases espejo virtuales, entre estudiantes de México y Colombia. La metodología que seguir para llevar a cabo este trabajo consistió en una investigación cualitativa, con un proceso inductivo y con perspectivas de tipo técnico – científico y un enfoque práctico y participativo. A través de la cual se intentó implementar estrategias de enseñanza-aprendizaje y se promovió el trabajo colaborativo de los estudiantes con la finalidad de incentivar el desarrollo de competencias blandas.

Para este propósito se llevó a cabo un diseño instruccional basado en el modelo ADDIE (Morales, et al. 2014), el cual hace referencia a la serie de pasos: *análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación* para establecer los ambientes de aprendizaje y las estrategias para transmitir los conocimientos en un entorno virtual bajo el esquema de clases espejo y desarrollando trabajo síncrono y asíncrono utilizando diferentes herramientas tecnológicas.

De acuerdo con cada una de estas etapas, la metodología fue la siguiente:

- **Análisis.** En esta etapa, los docentes responsables de implementar las clases espejo y autores del presente artículo se reunieron de forma virtual para discutir el perfil profesional de ambos docentes y las asignaturas en común sobre las cuales se podrían implementar las clases espejo, así como determinar los horarios comunes y las herramientas para implementar esta estrategia. Como resultado de esta etapa se determinó trabajar con alumnos de la asignatura de control de la carrera de ingeniería mecatrónica, seleccionando el tema, “identificación de sistemas y modelado matemático de procesos de primer y segundo orden”.
- **Diseño.** Tomando como referencia los resultados de la etapa anterior se procedió a diseñar la dinámica y evaluación de las clases espejo considerando los niveles cognitivos establecidos por la taxonomía Bloom para la era digital (Churches, 2009). Para ello, se optó por estructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje en tres etapas: i) *adquisición y comprensión del tema elegido*, ii) *análisis y aplicación de los conocimientos adquiridos* y iii) *síntesis y evaluación de un problema planteado*. Estableciendo las responsabilidades tanto de los docentes como de los estudiantes y los mecanismos de evaluación.
- **Desarrollo.** En esta etapa se preparó el material de apoyo para la generación de las sesiones espejo, se crearon los enlaces para llevar a cabo las videoconferencias, tanto en Teams, como en Zoom, se organizaron los equipos de trabajo, integrando

grupos mixtos de estudiantes de Colombia y México, se planteó un problema de identificación de sistemas y se elaboró el material para asignarlo a los estudiantes, así como los instrumentos de evaluación del aprendizaje y autoevaluación de la estrategia.

- **Implementación.** La actividad se llevó a cabo en dos periodos diferentes, en el primer periodo participaron 70 estudiantes tanto de México y Colombia y, en el segundo periodo participaron 43 estudiantes. El tiempo destinado entre sesiones síncronas y trabajo asíncrono se llevó a cabo a lo largo de 4 semanas. Para la implementación se retomaron las tres etapas propuestas en la etapa de diseño:
 - i) *Adquisición y comprensión del tema elegido.* En esta etapa se impartió de forma síncrona un tema sobre modelado de sistemas de primer y segundo orden y las técnicas de identificación de sistemas mediante el método de curva de reacción.
 - ii) *Análisis y aplicación de los conocimientos adquiridos.* Los estudiantes trabajaron de forma síncrona y asíncrona según sus posibilidades para analizar y resolver de forma colaborativa un problema propuesto por los docentes.
 - iii) *Síntesis y evaluación de un problema planteado.* Los estudiantes organizados por equipos mixtos prepararon una presentación y la expusieron de forma síncrona a través de una videoconferencia, donde explicaron la solución del problema propuesto y los pasos a seguir en la solución.
- **Evaluación.** Finalmente, se evaluaron los productos presentados por los estudiantes, y su desempeño durante este proceso. Se aplicaron guías de observación y diarios de campo para medir los aprendizajes alcanzados y las competencias desarrolladas en el logro de esta tarea. Adicionalmente, se llevó a cabo una autoevaluación de forma síncrona, mediante foros en plataforma Moodle y cuestionarios en Google Forms. Se rescataron las experiencias de trabajar de manera colaborativa con estudiantes de otro país, destacando las facilidades y obstáculos que vivenciaron durante el proceso.

RESULTADOS

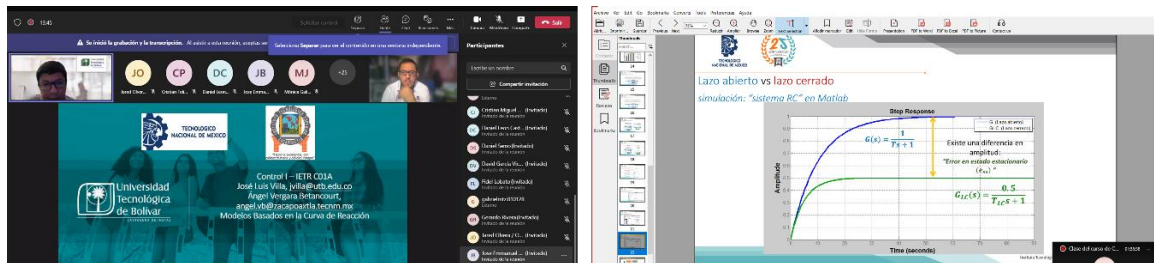
Las clases espejo desde casa como estrategia de internacionalización (Figura 1) han permitido impartir temas selectos de las materias disciplinares de la carrera de Ingeniería Mecatrónica tanto de la institución de México (ITSZ) como de Colombia (UTB).

Figura 1. Implementación de clases espejo entre ITSZ y UTB como parte del programa de internacionalización



A través de videoconferencias ha sido posible abordar temas complejos de la asignatura de control. Como ejemplo, el tema de identificación de sistemas de primer y segundo orden, tal y como se observa en la Figura 2.

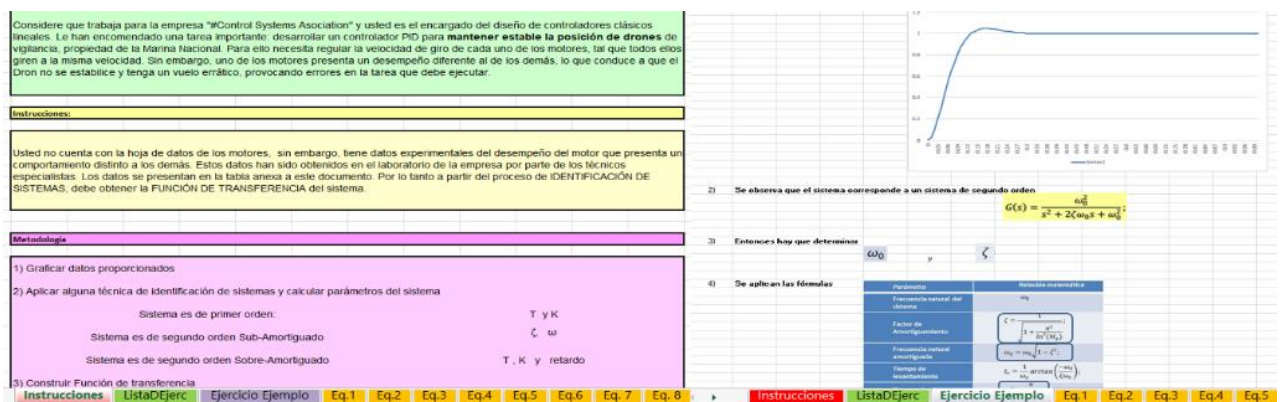
Figura 2. Sesiones virtuales para presentar ante estudiantes de México y Colombia, el tema de identificación de sistemas de primer y segundo orden



Durante estas sesiones los docentes explicaron y resolvieron dudas, utilizaron herramientas digitales como gamificación y simuladores por computadora para reforzar la adquisición del conocimiento.

Posterior a estas sesiones, se agruparon equipos mixtos entre estudiantes de México y Colombia y se les propuso resolver ejercicios y un problema en particular, referente al tema de identificación de sistemas, como se observa en la Figura 3.

Figura 3. Planteamiento de un problema de identificación de sistemas



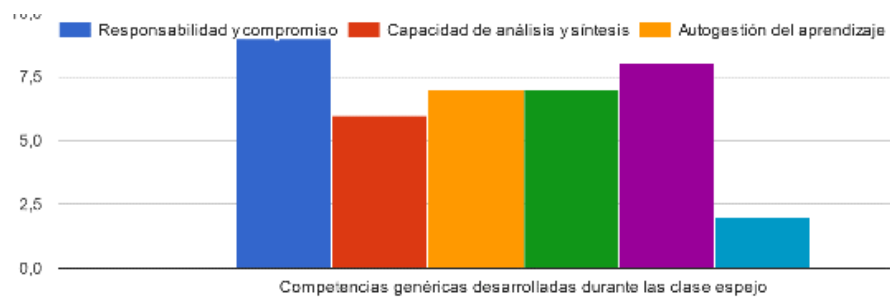
Para la solución de los problemas planteados, se conformaron 12 equipos de trabajo de 3 a 4 estudiantes, asignando un problema diferente a cada equipo. Los estudiantes analizaron y aplicaron los conocimientos adquiridos para dar solución al problema establecido. Posteriormente, los estudiantes presentaron los resultados mediante sesiones síncronas en una videoconferencia, tal y como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Presentación de los resultados obtenidos en el problema de identificación de sistemas, como parte de la estrategia de colaboración entre estudiantes de México y Colombia



Los resultados obtenidos se evaluaron mediante guías de desempeño, observación directa durante la sesión síncrona, y mediante comentarios en clase y a través de foros de discusión en plataforma Moodle. Finalmente, se realizó una autoevaluación de las competencias adquiridas a través de un formulario de Google, como se observa en la Figura 5.

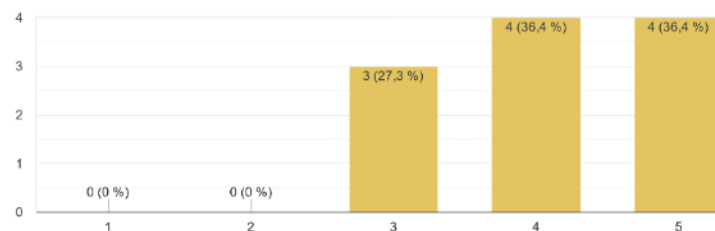
Figura 5. Evaluación y autoevaluación de las actividades desarrolladas



De los resultados de la Figura 5, se observa que las competencias que mayormente se desarrollaron fueron responsabilidad, compromiso y comunicación.

También se avaluó la satisfacción de los estudiantes, utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 es mala experiencia y 5 una excelente experiencia. Los resultados se muestran en la Figura 6.

Figura 6. Evaluación de la satisfacción de la experiencia de clases espejo desde casa como estrategia de internacionalización



Como se observa en la Figura 6, la mayoría expresó su satisfacción entre buena y excelente y menos del 30% de los estudiantes mostraron indiferencia ante la experiencia.

Como reflexiones finales se recuperan algunos de los comentarios de los estudiantes:

- Fue bueno trabajar con estudiantes de otro país, se aprende a trabajar a su ritmo y creas nuevas responsabilidades para con uno mismo.

- *Les parecieron útiles las clases espejo ya que no solo complementaron sus conocimientos de la materia, sino que también adquirieron un poco de experiencia con la convivencia con otras personas y el trabajo colaborativo.*
- *La experiencia de aprender con otros profesores de diferente país fue bastante buena.*
- *Al realizar este trabajo con compañeros de Colombia se percataron de algunas formas de trabajar de ellos que son un poco parecidas a las propias donde aprendieron mucho uno de los otros, ejemplo de nuevas técnicas de creación de documentos y archivos, aprendieron a trabajar en nuevas plataformas junto con el profesor de Colombia y nuevas formas de evaluar, de igual forma compartieron la cultura entre ellos.*
- *La experiencia fue gratificante, puesto que pudieron observar la forma de trabajo de compañeros de otro país y aprendieron mucho de su forma de estudio.*

CONCLUSIONES

Al final de esta experiencia se establece que la implementación de clases espejo como parte de los programas de internacionalización desde casa permiten impartir de manera satisfactoria temas complejos de asignaturas disciplinares a través de sesiones colaborativas, logrando con ello aprendizajes equivalentes a los adquiridos durante sesiones tradicionales en modalidad presencial, pero además, promovieron el uso de recursos tecnológicos como simuladores de control, plataformas de comunicación síncrona y herramientas para la elaboración de presentaciones y diapositivas. Además, también se observó que a través de las clases espejo se desarrollaron competencias genéricas tales como, trabajo en equipo, organización, comunicación, uso de tecnologías, interculturalidad, entre otras.

También se observó que fue posible integrar a los estudiantes en equipos mixtos para llevar a cabo trabajo colaborativo a distancia con el propósito de analizar y resolver problemas asociados a los temas de su carrera y exponer de manera organizada los resultados en sesiones síncronas. Sin embargo, al igual que en el caso presencial, también se encontraron dificultades para el trabajo en equipo, pero eso no limitó el logro de los resultados, ya que fue posible resolver esos contratiempos, adaptándose a un esquema de trabajo virtual.

Finalmente, se puede concluir que es posible impartir sesiones de cualquier área disciplinar de forma virtual, así como fomentar el trabajo colaborativo entre los estudiantes, siempre y cuando exista un plan claramente establecido y bajo la dirección de docentes que guíen de forma responsable esta estrategia. Además, se puede resumir que las nuevas tendencias tecnológicas y los retos que una sociedad del conocimiento demanda, exigen cambiar de paradigmas y apuntar cada día hacia procesos de internacionalización utilizando los recursos tecnológicos que se tienen a la mano, siendo una opción viable, las clases espejo desde casa.

BIBIOGRAFÍA

- Alcón, E. (2011). La internacionalización de los estudiantes universitarios. *La Cuestión Universitaria*, (7), pp. 32–39. <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3354>
- Barbosa, L. (2021). Clases espejo como estrategia para fortalecer la internacionalización. *Mare Ingenii*, vol. 3(2), pp. 36–42. <https://doi.org/10.52948/mare.v3i2.564>
- Bernal, J. y Bernal, M. (2022). Desarrollo de competencias de ingeniería en la virtualidad durante la pandemia por COVID 19. *Revista ANFEI Digital*, (14). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/815>
- Bindé, J. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO*. Ediciones UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- Crowther, P., Joris, M., Otten, M., Nilsson, B., Teekens, H., & Wächter, B. (2000). *Internationalisation at home a position paper*. The European Association for International Education in cooperation with the Academic Cooperation Association, IAK, IÉSEG, Nuffic, Katholieke Hogeschool Limburg and Malmö University. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d52cf2a5ec36d88c551b1155ccb60123650d8e5f#page=25>
- Churches, A. (2009). *Taxonomía de Bloom para la Era Digital*. Eduteka. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/TaxonomiaBloomDigital.pdf>
- De Zan, A., Paipa, L. y Parra, C. (2011). Las competencias: base para la internacionalización de la educación superior. *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 6(11), pp. 44–54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7849143>
- Macedo, F. y Carbajal, A. (2022). el rol transformador de la tecnología: experiencias de internacionalización virtual presente y futuro. *Revista ANFEI Digital*, (14). <http://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/863>
- Martínez, A. y Conde, C. (2021). Los recursos tecnológicos y el desarrollo de habilidades del siglo XXI impacto social. *Revista ANFEI Digital*, (13). <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/704>
- Morales, B., Edel, R. y Aguirre, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. En I. Esquivel (Coord.), *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*. Editorial Lulu Digital. https://www.researchgate.net/publication/280301257_Los_Modelos_Tecno-Educativos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_XXI
- Rodríguez, R. (2015). Competencias genéricas en la enseñanza superior a través de los programas de internacionalización: un estudio cualitativo. *Revista Complutense de*

Educación, vol. 26(1), pp. 81-100.
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/121565>

Salas, J. (2018). EMP Clase Espejo el instrumento más práctico para internacionalización e investigación. *Revista Académica Arjé*, 1(2), pp. 26–33.
<https://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje/article/view/161>

Vergara, A., Salazar, E. y Zapata, O. (2017). Obtención de la función de transferencia de un motor de DC mediante el análisis de la curva de reacción. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, vol. 3(10).
https://www.researchgate.net/publication/324504002_Obtencion_de_la_funcion_de_transferencia_de_un_motor_de_DC_mediante_el_analisis_de_la_curva_de_reaccion

Yangali, J. S., Varón, N. y Calla, K. (2021). Clase espejo, una estrategia de internacionalización pedagógica para fortalecer la competencia investigativa en estudiantes de universidades latinoamericanas. *Zona Próxima*, 35, pp. 3–21.
<https://doi.org/10.14482/zp.35.001.42>