

El modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica: revisión sistemática de la literatura

Flipped classroom model in the teaching and learning process of Electrical Engineering: a systematic literature review

Marlin Gómez Ríos, Enrique Flores Castillo

Palabras clave: aula invertida, ingeniería eléctrica, enseñanza, aprendizaje, revisión de literatura

Key words: flipped classroom, electrical engineering, teaching, learning, literature review

RESUMEN

El presente trabajo muestra la revisión de los principales hallazgos, retos y propuestas de trabajos futuros en materia de investigación sobre la aplicación del modelo de Aula Invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica. La metodología empleada consistió en el análisis de contenidos sobre la base de cuarenta estudios publicados recientemente entre 2015 y 2019 de los cuales se extraen rasgos tales como las sub áreas de la Ingeniería Eléctrica donde fue aplicado el mencionado modelo, los hallazgos, los retos, entre otros rasgos. De los rasgos extraídos se desprende que el uso del modelo produce una mejora en el aprendizaje del estudiante, en su rendimiento y en el aprovechamiento del tiempo, planteándose como principal reto la necesidad de un diseño apropiado del curso carga de trabajo sea razonable y manejable tanto para los estudiantes como para los docentes, observándose como posible nueva línea para futuros trabajos la evaluación del impacto del método de aula invertida en la retención a largo plazo de los resultados del aprendizaje del curso.

ABSTRACT

This work shows the review of the main findings, challenges and proposals for future research work on the application of the Flipped classroom model in the teaching and learning process of Electrical Engineering. The methodology used consisted of content analysis based on forty recently published studies between 2015 and 2019, from which features such as the Electrical Engineering sub-areas where the mentioned model was applied, findings, challenges, among others features, are extracted. From the extracted features, it can be deduced that the use of the model produces an improvement in student learning, performance and time use, with the main challenge being the need for an appropriate design of the workload course that is reasonable and manageable both for students and teachers, observing as a possible new line for future work the evaluation of the impact of the inverted classroom method on the long-term retention of the learning results of the course.

INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería históricamente se ha apoyado principalmente en los enfoques pedagógicos tradicionales. Sin embargo, recientes avances en la tecnología de la información y el desarrollo a gran escala de la tecnología de Internet han abierto áreas de investigación completamente nuevas en el campo de la educación (Voronina, Moroz, Sudarikov, Rakhimzhanova & Muratbakeev, 2017).

En el enfoque pedagógico tradicional, la labor de enseñanza del docente consiste en proveer los saberes a través de lecturas en las clases, y los estudiantes juegan un rol pasivo donde su responsabilidad es el escuchar y tomar notas (Guo, Santiago, Phillips & Kasley, 2019). En términos de la taxonomía de Bloom, el aprendizaje se da a través de pasos en un orden establecido: Recordar, Entender, Aplicar, Analizar, Evaluar, Crear. A través de este enfoque tradicional, en clases se llevan a cabo los pasos de Recordar y Entender, y se espera que los pasos de Aplicar, Analizar, Evaluar, y Crear sean hechos por los estudiantes después de realizadas las lecturas en clase (Ganago, Kim, Kortba & Rasouli, 2016).

En este mismo orden de ideas, educadores alrededor del mundo están tratando de cambiar este modelo tradicional, a partir de un plan de estudios guiado por las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Uno de los modelos que ha despertado interés por su potencial es el de Aula Invertida, que es una metodología centrada en el estudiante, que consiste en

trasladar una parte o la mayoría de la Instrucción directa al exterior del aula, para aprovechar el tiempo en clase maximizando las interacciones entre docente y estudiante y entre estos entre sí. A través del modelo de Aula Invertida, se espera que los pasos de Recordar y Entender sean llevados a cabo por parte de los estudiantes, y los pasos de Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear, se den en las clases. En este modelo, el docente debe generar momentos de enseñanza tanto dentro como fuera del aula de clase, teniendo que adaptarse a un rol distinto al tradicional, y teniendo que convencer a los estudiantes de lo beneficioso de la aplicación de este nuevo modelo (Ganago et al., 2016).

En el método tradicional el contenido educativo se presenta en el aula y las actividades prácticas se asignan para realizarse en casa. En el Aula Invertida se da un giro a dicho método, mejorando la experiencia en el aula, al impartir la Instrucción directa fuera del tiempo de clase, generalmente a través de videos y otros recursos basados en las tecnologías de información y comunicación (TIC) (Rivera y García, 2018). El uso del aula invertida en ingeniería ha sido incentivado por el desarrollo de nuevas tecnologías y herramientas pedagógicas en el aula (Bishop & Verleger, 2013).

Publicaciones recientes muestran revisiones de los rasgos más resaltantes sobre la aplicación del modelo de Aula

Invertida centradas en las ventajas y los retos de la aplicación de este modelo (Zainuddin, Haruna, Li, Zhang & Chu, 2019; Akçayir & Akçayir, 2018), sobre la aplicación de este modelo en el aprendizaje en ciencias (Chen, Huang & Hwang, 2019), en la educación en ingeniería (Karabulut-Ilgü, Jaramillo Chérrez & Jähren, 2018), y en áreas específicas de ingeniería (Voronina et al., 2017). En algunas de estas revisiones se hace referencia a trabajos sobre la aplicación de este modelo en el área de la Ingeniería Eléctrica, sin profundizarse sobre en cuales sub áreas de esta disciplina se ha aplicado, y sin mencionarse los hallazgos y retos en el caso

particular de la Ingeniería Eléctrica. Lo expuesto motiva a presentar una revisión sistemática de literatura sobre la aplicación del modelo de Aula Invertida en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica a partir de las publicaciones científicas realizadas en el periodo comprendido entre el año 2015 y el año 2019, donde se muestre en cuales sub áreas de esta disciplina se ha aplicado este modelo, se muestren los principales hallazgos y retos reportados sobre este tema, y donde se muestren los trabajos futuros que han sido propuestos en dichas publicaciones.

METODOLOGÍA

El proceso de revisión sistemática de literatura sobre la aplicación del modelo de Aula Invertida en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica, a partir de las publicaciones científicas realizadas en el periodo comprendido entre el año 2015 y el año 2019, siguió los pasos sugeridos por Weidt y Silva (2016); los cuales, a su vez, se basan en lo señalado por Kitchenham (2004). Dicho proceso se detalla a continuación:

Paso 1, uso de los componentes **PICOC** con el fin de enmarcar las preguntas de investigación dentro de los límites establecidos en estos componentes.

Población: Enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica

Intervención: Aula invertida

Comparación: no aplica para este estudio.

Outcome (Resultado): Panorama (Hallazgos, retos y perspectivas futuras).

Contexto: Académico en el Ámbito Internacional.

Paso 2, planteamiento de las preguntas de investigación:

1. *¿Cuál es la distribución espacial en el periodo 2015-2019 de las publicaciones que tratan sobre la aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica?*
2. *¿Cuáles son las subáreas de la Ingeniería Eléctrica donde se ha aplicado el modelo de aula invertida en el periodo 2015-2019?*
3. *¿Cuáles son las publicaciones más citadas en el periodo 2015-2019 entre las publicaciones que tratan sobre la aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica?*

4. *¿Cuáles han sido los principales investigadores en el periodo 2015-2019 en el tema de la aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica?*

5. *¿Cuáles han sido los principales hallazgos en el periodo 2015-2019 en el tema de la aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica?*

6. *¿Cuáles son las perspectivas de trabajos futuros propuestos en el tema de la aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica sugeridos en las publicaciones sobre dicho tema durante el periodo 2015-2019?*

Paso 3, Definición de palabras clave y de cadena de búsqueda. Para el presente estudio, se definieron como palabras clave: Electrical Engineering (Ingeniería Eléctrica) Flipped Classroom (Aula Invertida). Se empleó como cadena de búsqueda: ("electrical engineering") AND ("flipped classroom").

Paso 4, Definición de las fuentes de búsqueda. Se emplearon las siguientes fuentes de búsqueda: ASEE PEER, ERIC, Google Académico, IEEE Digital Library, Mendeley, ScienceDirect, Springer Link.

Paso 5, Definición de los criterios de inclusión. Se definen como criterios de inclusión:

1. *Publicación disponible para su descarga*
2. *Publicación en extenso en memoria de congreso o conferencia, publicación en revista*
3. *Publicación escrita en idioma Inglés o Español*

4. *Publicación que contiene área de aplicación, hallazgo o reto relacionada con el uso del aula invertida en la enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica.*

5. *Publicación que corresponde al nivel de educación universitaria.*

Paso 6, Evaluación de la calidad de las publicaciones seleccionadas una vez aplicados los criterios de inclusión. Se definen las siguientes preguntas de evaluación, a cuyas respuestas se les asignó un puntaje de acuerdo a su respuesta. Si la respuesta es "Si", se le asigna un (1) punto; si la respuesta es "No", se le asigna cero (0) puntos.

1. *¿La publicación compara la aplicación del modelo de aula invertida con los modelos tradicionales?*

2. *¿La publicación deja planteados trabajos futuros, interrogantes abiertas, perspectiva o tendencia sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica?*

3. *¿La publicación compara sus hallazgos con los obtenidos en trabajos previos sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica?*

4. *¿La publicación hace referencia a trabajos previos sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica?*

5. *¿La publicación ha sido citada?*

6. *¿La publicación indica la(s) subárea(s) de la Ingeniería Eléctrica donde se ha aplicado el modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje?*

Paso 7, Extracción de datos. A cada publicación seleccionada una vez aplicados

los criterios de inclusión, se extrae la siguiente información:

1. *Procedencia: País, organización o editorial que hace la publicación, proveniencia de una revista o de una memoria de congreso o conferencia.*
2. *Subárea de la Ingeniería Eléctrica abordada.*

3. *Año de publicación.*

4. *Número de Citas.*

5. *Autores.*

6. *Hallazgos.*

7. *Retos.*

8. *Trabajos futuros.*

RESULTADOS

Empleada la cadena de búsqueda indicada en el paso 3, a partir de las Fuentes indicadas en el paso 4, restringiendo la búsqueda a que las palabras clave se encuentren en el título de la publicación, o en su resumen, o en sus palabras clave, se obtuvieron un total de 50 publicaciones. La distribución de publicaciones por fuente

consultada se muestra en la figura 1. De la figura 1 se deduce que las tres principales fuentes de búsqueda sobre la aplicación del modelo de Aula Invertida en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica para el periodo de estudio fueron: Google Académico, IEEE Digital Library y Mendeley.

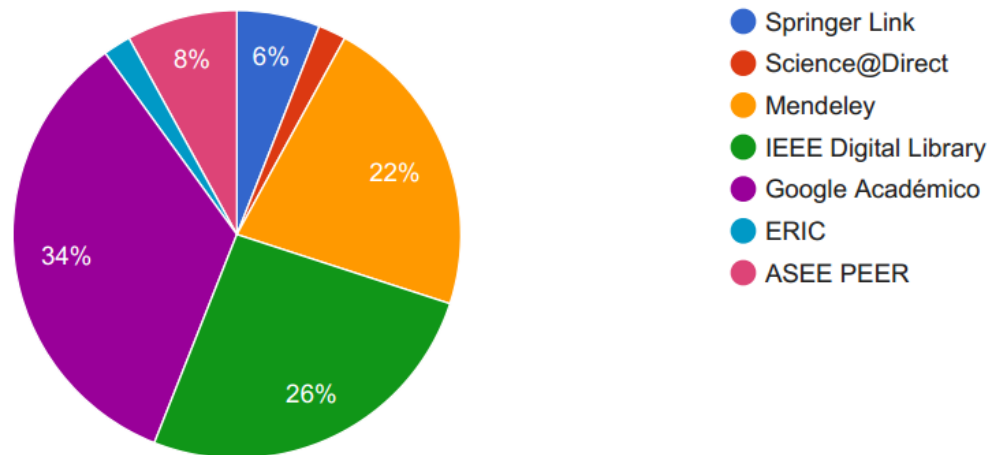


Figura 1. Distribución de publicaciones obtenidas por fuente consultada.

Aplicados los criterios de inclusión indicados en el paso 5, se excluyeron diez (10) publicaciones, quedando un total de 40 publicaciones seleccionadas para los siguientes pasos del proceso. La distribución de publicaciones seleccionadas una vez aplicados los

criterios de inclusión por fuente consultada se muestra en la figura 2. De la figura 2 se deduce que, si bien las tres principales fuentes de consulta determinadas a partir de lo mostrado en la figura 1 presentaron publicaciones con rechazo, estas tres fuentes de consulta siguieron agrupando la

mayor cantidad de publicaciones a considerar en el proceso de revisión sistemática de literatura, teniendo mayor cantidad de exclusiones la fuente de

búsqueda Google Académico y la menor cantidad de inclusiones IEEE Digital Library.

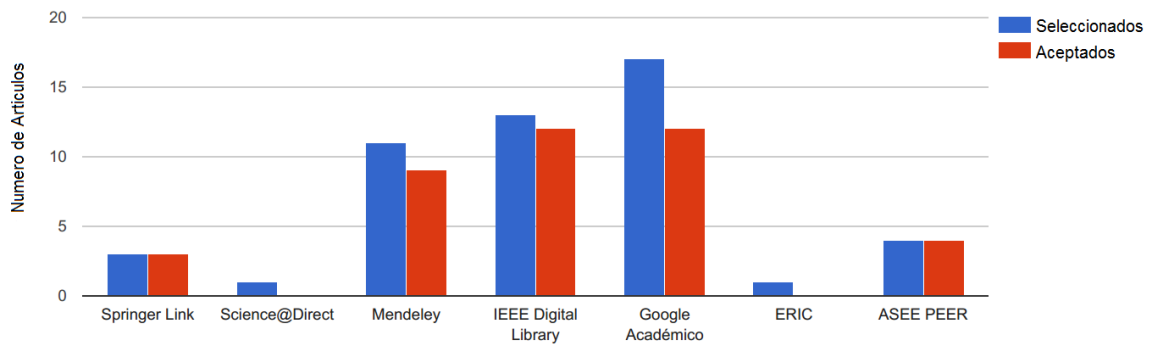


Figura 2. Distribución de publicaciones seleccionadas por fuente consultada.

La distribución de publicaciones seleccionadas una vez aplicados los criterios de inclusión por año de publicación se muestra en la figura 3. De la figura 3 se deduce que en el periodo de estudio la tendencia de la cantidad de publicaciones seleccionadas sobre la

aplicación del modelo de aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica es una tendencia decreciente, siendo 2015 el año con mayor cantidad de publicaciones sobre el tema entre las seleccionadas para la presente revisión sistemática de literatura.

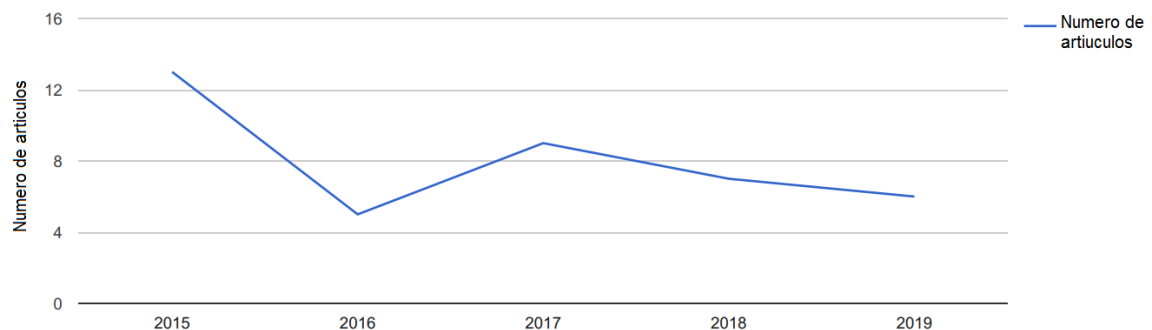


Figura 3. Distribución de publicaciones seleccionadas por año de publicación.

Determinadas las publicaciones que cumplen con los criterios de inclusión y evaluación de la calidad, se procedió a realizar una codificación de las

publicaciones seleccionadas; esto con el fin de referirlas en forma breve en análisis posteriores. Dicha codificación se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Codificación de las publicaciones seleccionadas.

Código	Autor(es)
[1]	Bajwa
[2]	Battaglia y Kaya
[3]	Bye
[4]	Caceres y Baesso
[5]	Cana y Duque (Enancan)
[6]	Cana y Duque (Lecciones)
[7]	Castres
[8]	Chayakulkheeree
[9]	Diniz et al.
[10]	Fusic et al.
[11]	Guo et al.
[12]	Holland
[13]	Kaleem et al.
[14]	Karayaka y Adams (A Hybrid)
[15]	Karayaka y Adams (The evaluation)
[16]	Kim et al.
[17]	Kim y Ahn
[18]	Kocharoen y Sinjindawong
[19]	Kondrath y Jupina
[20]	McDermott y Clark (Improving)
[21]	McDermott y Clark (Revitalizing)
[22]	Northrup y Burke
[23]	Notaros et al.
[24]	Oncel y Kara
[25]	Osen y Bye (Observations)
[26]	Osen y Bye (Reflections)
[27]	Rafael y Justino
[28]	Ravishankar et al.
[29]	Reyes-Parra et al.
[30]	Rutters et al.
[31]	Santiago y Guo
[32]	Schafer
[33]	Singh et al.
[34]	Subbian et al.
[35]	Svensson y Adawi
[36]	Turner y Webster
[37]	Valdez et al.
[38]	Yelamarthi y Drake (A Flipped)
[39]	Yelamarthi y Drake (Increasing)
[40]	Zhang et al.

A continuación, se realizó una evaluación de la calidad de cada publicación seleccionada. En esta evaluación se resalta: -En el 100% de las publicaciones se indica la(s) subárea(s) de la Ingeniería Eléctrica donde se aplicó el modelo de aula invertida.

-En el 62.5% de las publicaciones [1,2,5,7,8,10,12,13,16,17,18,19,20,21,22,23,24,27,28,31,33,35,36,38,39] se compara la aplicación del modelo de aula invertida con modelos tradicionales, lo que indica que la mayoría de los trabajos realizados sobre el tema contrastan las características de ambos modelos.

-60% de las publicaciones [1,2,3,8,9,11,12,13,14,16,17,18,22,25,26,28,29,30,31,33,35,36,38,39] han sido citadas, lo que indica que en la mayoría de los casos las publicaciones sirvieron de apoyo para investigaciones posteriores.

-45% de las publicaciones [1,2,8,10,11,13,14,15,16,19,20,21,24,28,29,30,36,38] hace referencia a trabajos previos sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica, lo que indica que un porcentaje apreciable, aunque no mayoritario de las publicaciones tomaron como referencia trabajos ya realizados sobre el tema objeto de la presente revisión sistemática de literatura.

-12.5% de las publicaciones [2,9,11,13,16] deja planteados trabajos futuros, interrogantes abiertas, perspectiva o tendencia sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica, lo que indica que un

bajo porcentaje de las publicaciones plantean nuevos horizontes de investigación sobre el tema.

-5% de las publicaciones [29,30] compara sus hallazgos con los obtenidos en trabajos previos sobre la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica, lo que indica que un muy bajo porcentaje de las publicaciones contrastan sus resultados con investigaciones previas.

En la Tabla 1 se muestran las diez (10) publicaciones con puntajes más altos en la evaluación de calidad realizada, esto acorde a la puntuación asignada a cada pregunta realizada en la evaluación.

Tabla 1. *Publicaciones que obtuvieron los puntajes más altos en la evaluación de calidad*

Código	Puntaje
[13]	5
[2]	5
[16]	5
[28]	4
[36]	4
[11]	4
[38]	4
[1]	4
[30]	4
[8]	4
[29]	4

La distribución de las publicaciones seleccionadas por país se muestra en la figura 4. Se puede visualizar en la figura 4 que casi la mitad de las publicaciones provienen de un solo país y el resto de los países muestran porcentajes bajos. Este rasgo es también observado en otras áreas según lo señalado por Chen et al. (2019).

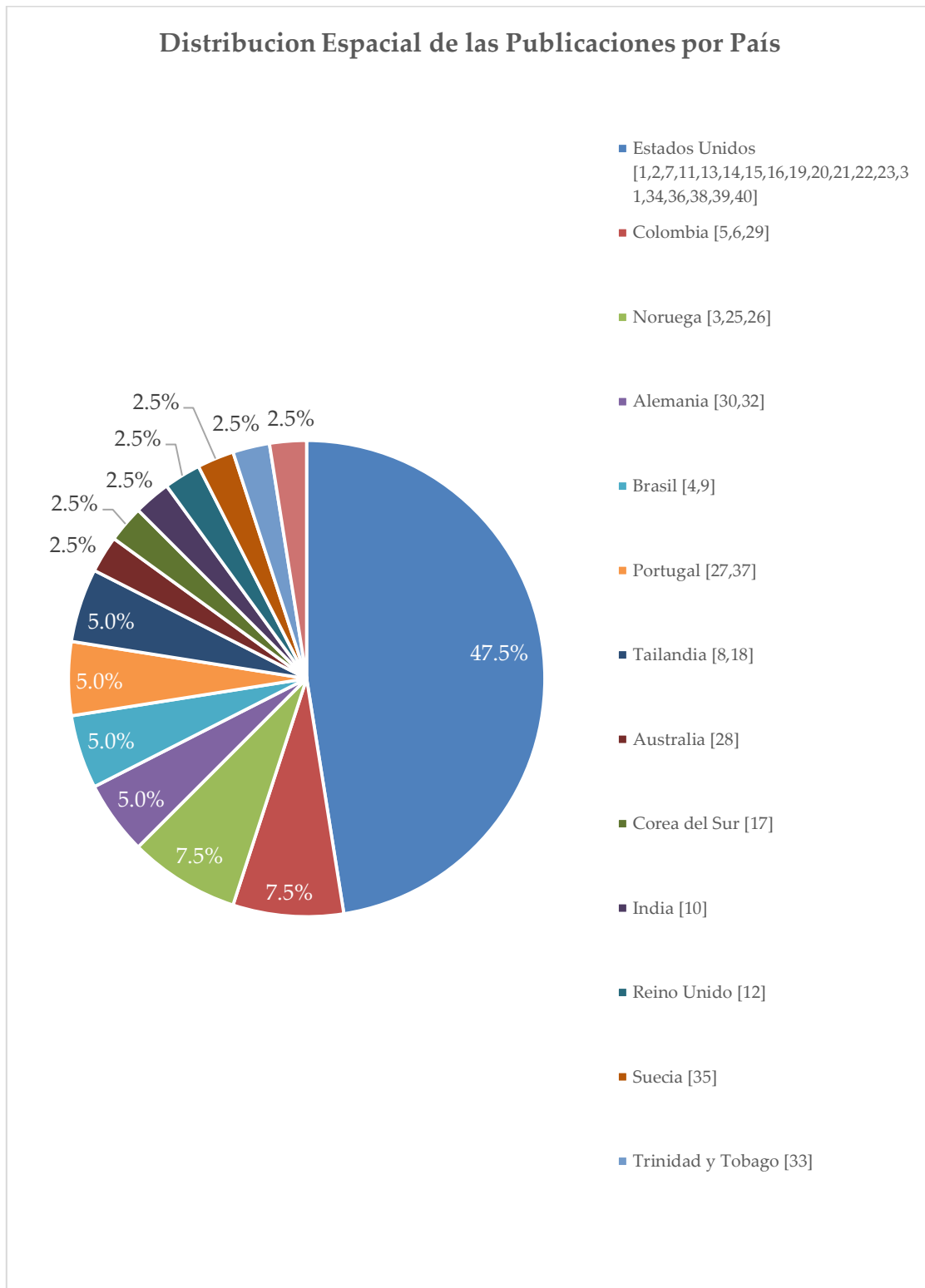


Figura 4. Distribución de publicaciones seleccionadas por país.

La distribución de las publicaciones seleccionadas por tipo de publicación se muestra en la figura 5. Se observa en la

figura 5 que la gran mayoría corresponde a Memorias en Congresos.

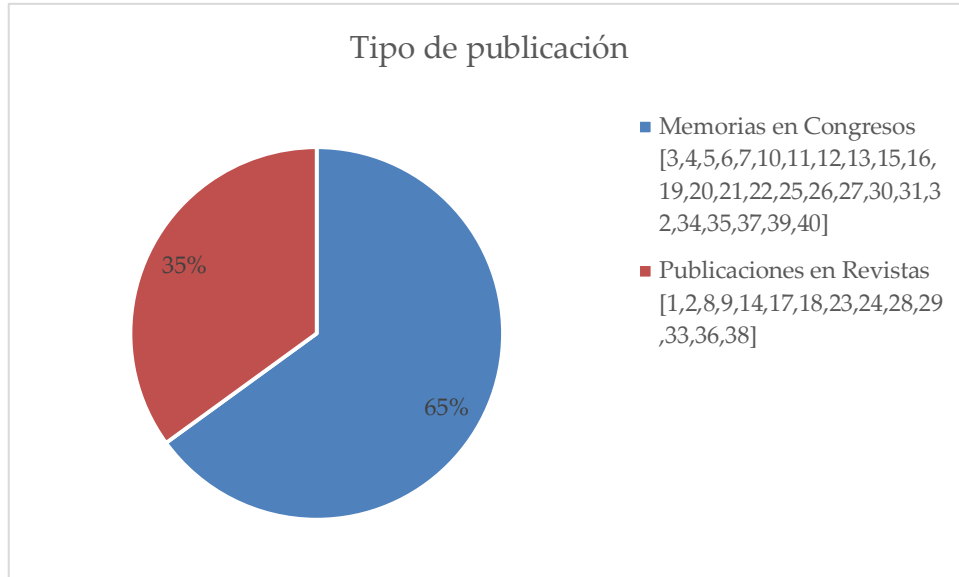


Figura 5. Distribución de publicaciones por tipo de publicación.

La distribución de las publicaciones seleccionadas por organización o editorial se muestra en la figura 6. No hay una

organización o editorial que agrupe la mitad o más de las publicaciones analizadas en este estudio.



Figura 6. Distribución de publicaciones por organización o editorial.

La distribución de sub áreas de la Ingeniería Eléctrica abordadas en las publicaciones seleccionadas se muestra en la figura 7. Las tres áreas con mayor

porcentaje de abordaje son el área de Circuitos Eléctricos, el área de Electrónica y el área de Maquinas Eléctricas según lo mostrado en la figura 7.

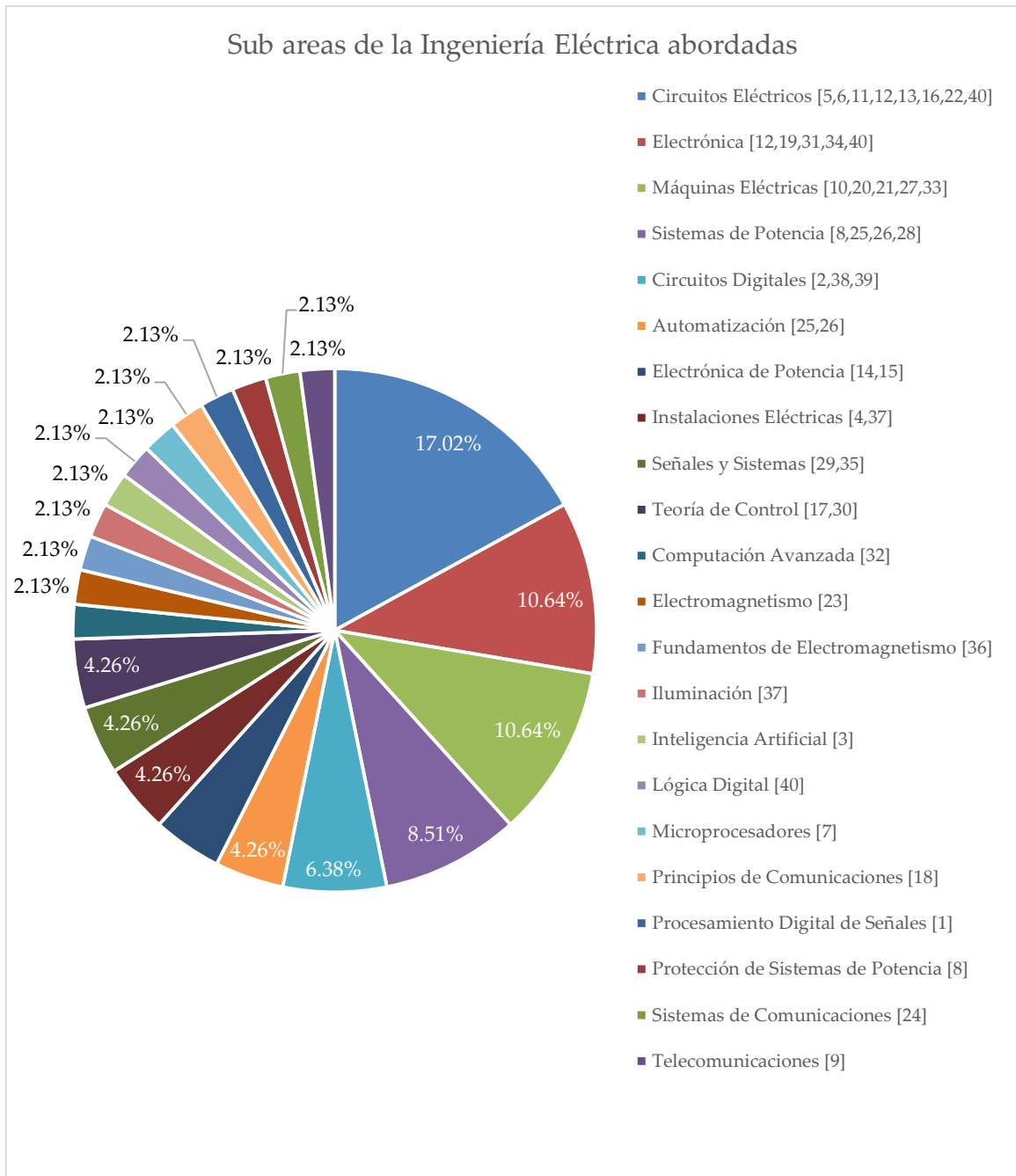


Figura 7. Distribución de sub áreas de la Ingeniería Eléctrica abordadas en las publicaciones seleccionadas.

En la Tabla 2 se muestran las diez (10) publicaciones con mayor número de citas entre las seleccionadas.

Tabla 2. *publicaciones con mayor número de citas entre las seleccionadas*

Código	Numero de Citas
[39]	17
[2]	12
[12]	9
[35]	8
[7]	6
[26]	6
[28]	6
[3]	5
[16]	5
[17]	5

En la Tabla 3 se muestran los autores con mayor número de publicaciones entre las seleccionadas.

Tabla 3. *autores con mayor número de publicaciones entre las seleccionadas*

Autor	Número de publicaciones donde aparece como autor
Bye, Robin	3
Adams, Robert	2
Canu, Michael	2
Clark, Renee	2
Drake, EE	2
Duque, Mauricio	2
Guo, Jing	2
Karayaka, Hayrettin	2
McDermott, Thomas	2
Osen, Ottar	2
Santiago, John	2
Yelamarthi, Kumar	2

Para cada autor en las publicaciones seleccionadas, se determinó el índice de contribución de cada autor, empleando la fórmula usada por Yuan y Shen (2011), mostrada en la ecuación (1):

$$S = \frac{(1,5)^{n-i}}{\sum_{i=1}^n (1,5)^{n-i}} \quad (1)$$

Donde:

S es el índice de contribución del autor en el artículo.

n es el número total de autores del artículo.

i es la posición ordinal del autor específico en el documento.

La contribución total de cada autor entre todas las publicaciones seleccionadas se determina sumando los índices de contribución obtenidos en cada artículo donde es autor. La Tabla 4 muestra los autores con mayor contribución total entre las publicaciones seleccionadas.

Tabla 4. *Autores con mayor número de publicaciones entre las seleccionadas*

Autor	Contribución
Bye, Robin	1.8
Canu, Michael	1.2
Karayaka, Hayrettin	1.2
McDermott, Thomas	1.2
Osen, Ottar	1.2
Yelamarthi, Kumar	1.2
Bajwa, Waheed	1
Castles, Ricky	1
Chayakulkheeree, Keerati	1
Holland, Paul	1

En relación a los hallazgos reportados en las publicaciones seleccionadas, se indica que a través del modelo de aula invertida se hace un mejor aprovechamiento del tiempo [3,5,6,16,17,32,38], se logra la mejora en el rendimiento del estudiante [16,17, 33] (rasgo concordante con lo señalado por Akçayir & Akçayir, 2018) y la mejora en su aprendizaje [5,10,30,35,38,40]; (rasgo concordante con lo señalado por Zainuddin et al., 2019). Se reporta que los estudiantes se mostraron motivados con el uso del modelo de aula invertida [14,15] indicando que querían que el modelo de aula invertida sea usado en más cursos [25,26]. En aquellos estudios donde se hace la comparación entre el modelo de aula invertida y el modelo tradicional, el aula invertida mejora el rendimiento del estudiante [7,23,24] y mejora su aprendizaje [2,10], es preferido por los estudiantes en comparación al método tradicional [22,35] y que el uso del aula invertida requiere una mayor responsabilidad por parte del estudiante [31].

En relación a los retos reportados en las publicaciones seleccionadas, se plantean en el uso del modelo de aula invertida la

necesidad de fomentar la capacidad de trabajo autónomo por parte del estudiante [27], la selección de contenidos y el diseño apropiado del curso carga de trabajo sea razonable y manejable tanto para los estudiantes [28] como para los docentes [16,28]. Este último reto es también señalado por Akçayir y Akçayir (2018).

En relación a trabajos futuros sobre la aplicación del modelo de aula invertida en el área de Ingeniería Eléctrica se reportan como trabajos pendientes: Evaluar el impacto del método de aula invertida en la retención a largo plazo de los resultados del aprendizaje del curso [2,36]; evaluar si los estudiantes que se han beneficiado del aula invertida continúan teniendo éxito en otros cursos del plan de estudios [16], estudiar la posible influencia del uso del aula invertida de: nivel de carrera (año de estudio) de la asignatura donde se comparan los diversos modelos, genero, edad, método de instrucción preferido por el estudiante (visual, auditivo, kinestésico) [11], y estudiar la relación rendimiento / tiempo de estudio de cada alumno fuera del aula en la aplicación de modelo de aula invertida [9].

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se desprende lo siguiente:

- Puesto que se determinaron bajos porcentajes en relación a las publicaciones estudiadas que comparan sus hallazgos con los obtenidos en trabajos previos sobre

la aplicación del modelo de aula invertida en alguna subárea de la Ingeniería Eléctrica, y en relación a dejar planteados nuevos horizontes de investigación sobre el tema, se plantea la necesidad de incluir estos dos aspectos en futuras

investigaciones sobre la aplicación del Aula Invertida en la Ingeniería Eléctrica.

- En forma similar a lo observado en investigaciones realizadas sobre el uso del modelo de Aula Invertida en el aprendizaje de la ciencia, se observa que en varios países alrededor del mundo se investiga la efectividad del aprendizaje invertido aplicado a la Ingeniería Eléctrica desde aspectos diferentes, pero el número de estos estudios es relativamente pequeño en comparación al país donde se desarrollaron la mayor cantidad de investigaciones.

- Puesto que los principales aspectos positivos reportados corresponden a la mejora en el aprendizaje del estudiante, a la mejora en su rendimiento y a un mejor aprovechamiento del tiempo, se infiere que

el uso del modelo de Aula Invertida favorece el proceso de enseñanza y aprendizaje en diversas áreas de la Ingeniería Eléctrica.

- El principal reto planteado es la necesidad de un diseño apropiado del curso carga de trabajo sea razonable y manejable tanto para los estudiantes como para los docentes.

- De la revisión sistemática de literatura presentada a través de este artículo, se visualiza como principal horizonte de investigaciones futuras la evaluación del impacto a largo plazo del uso del modelo de Aula Invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería Eléctrica.

REFERENCIAS

Akçayir, G., y Akçayir, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>

Bajwa, W. U. (2017). On "Flipping" a Large Signal Processing Class [SP Education]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 34(4), 158-170.

<https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2698074>

Battaglia, D. y Kaya, T. (2015). How flipping your first-year digital circuits course positively affects student perceptions and learning. *International Journal of Engineering Education*, 31(4), 1126-1138.

Bishop, J. L., y Verleger, M. A. (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE national conference proceedings*, 30 (9), 1-18. Atlanta, GA.

Bye, R. T. (2017). A Flipped Classroom Approach for Teaching a Master's Course on

Artificial Intelligence. In *International Conference on Computer Supported Education* (246-276). Springer, Cham.

Caceres, M. y Baesso, J. (2018). Active Methodologies in the discipline Electrical Installations I of Electrical Engineering: An Experience Report. In *2018 World Engineering Education Forum-Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)* (1-6). IEEE.

Rivera, F. y García, A. (2018). Modelo De Aula Invertida Con Tecnologías Emergentes En Ambientes Virtuales. *XVII Congreso Internacional de Informática en la Educación*, INFOREDU 2018. <http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencias2018/EDU88.pdf>

Canu, M., y Duque, M. (2016). Lecciones Aprendidas De Un Curso De Circuitos Eléctricos En Modalidad Híbrida. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI* 2016.

<https://acofipapers.org/index.php/eiei2016/2016/paper/viewFile/1586/584>

Canu, M., y Duque, M. (2017). Enhancing conceptual learning through flipped classroom modality in electrical engineering education. In *7th Research in Engineering Education Symposium (REES 2017): Research in Engineering Education*.

Castles, R. (2016). Flipping the microprocessors classroom: A comparative assessment. In *Annual ASEE Conference and Exposition*.

Chayakulkheeree, K. (2015). The integrated e-Learning and Social Media for Flipped Classroom Approach in Engineering Class. *International Electrical Engineering Transactions*, 1(1), 47-52.

Chen, C. K., Huang, N. T. N., y Hwang, G. J. (2019). Findings and implications of flipped science learning research: A review of journal publications. *Interactive Learning Environments*, 1-18.

Diniz, P. C. A., Veiga, A. C. P., y Rocha, G. N. (2019). Adapting team-based learning for application in telecommunications engineering using software-defined radio. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 56(3), 238-250.

Fusic, S. J., Anandh, N., Leando, I., y Manimegalan, M. (2018). Demo based peer teaching among UG students through innovative assignments. In *2018 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 208-209). IEEE.

Ganago A., Kim, H. Kortba, J, y Rasouli, M. (2016). Teaching Electrical Engineering to non-EE Majors in a Flipped or Blended Classroom. In *Annual ASEE Conference and Exposition*.

Guo, J., Santiago, J., Phillips, P., y Kasley, K. (2019). Combining Flipped Classroom and Integrating Entrepreneurial Minded Learning in DC Circuit Analysis and Design Course. In *Annual ASEE Conference and Exposition*.

Holland, P. M. (2016). Developing a blended learning approach for the effective teaching of electronic circuit analysis. In *2016 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)* (1-4). IEEE.

Kaleem, F., Jacobson, D. W., y Khan, F. (2016). Comparison of traditional, flipped, and hybrid teaching methods in an electrical engineering circuit analysis course. In *ASEE Annual Conference & Exposition*, New Orleans, LA (15).

Karabulut-Ilgu, A., Jaramillo Cherez, N., y Jahren, C. T. (2018). A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 398-411.

<https://doi.org/10.1111/bjet.12548>

Karayaka, H. B., y Adams, R. D. (2015), A Hybrid Flipped Classroom Approach to Teaching a Power Electronics Course to Electrical Engineering Students Paper presented at *2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, Seattle, Washington.

<https://doi.org/10.18260/p.23399>

Karayaka, H., y Adams, R. (2015). The evaluation of a new hybrid flipped classroom approach to teaching power electronics. *Global Journal of Engineering Education*, 17(2), 61-69.

<http://www.wiete.com.au/journals/GJEE/Publish/vol17no2/02-Karayaka-B.pdf>

Kim, G., Law, M. y Harris, J. (2015). Lessons learned from two years of flipping Circuits I. In *Annual ASEE Conference and Exposition*.

Kim, Y., y Ahn, C. (2017). Effect of combined use of flipped learning and inquiry-based learning on a system modeling and control course. *IEEE Transactions on Education*, 61(2), 136-142.

<https://doi.org/10.1109/TE.2017.2774194>

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele, UK, Keele University, 33, 1-26.

- Kocharoen, P., y Sinjindawong, S. (2015). Gradually adopted flipped classroom teaching technique to a traditional lecture-based teaching in an electrical engineering course. *International Electrical Engineering Transactions*, 1(1), 41-46.
- Kondrath, N., y Jupina, M. A. (2017), "Flipped Lab" Approach in Electronics Design to Enhance Student Learning Experience. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*, Columbus, Ohio.
- Levina, E. Y., Voronina, M. V., Rybolovleva, A. A., Sharafutdinova, M. M., Zhandarova, L. F., y Avilova, V. V. (2016). The Concepts of Informational Approach to the Management of Higher Education's Development. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(17), 9913-9922. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1119081.pdf>
- McDermott, T. E., y Clark, R. M. (2015), Revitalizing an Electromechanical Energy Conversion Course. In *2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, Seattle, Washington. <https://doi.org/10.18260/p.24682>
- McDermott, T. E., y Clark, R. M. (2016), Improving a Flipped Electromechanical Energy Conversion Course. In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*, New Orleans, Louisiana. <https://doi.org/10.18260/p.25610>
- Northrup, S. G., y Burke, J. J. (2015). A Hybrid Approach to a Flipped Classroom for an Introductory Circuits Course for all Engineering Majors.(2015). In *ASEE Annual Conference and Exposition*, Seattle, Washington. <https://doi.org/10.18260p.23398>
- Notaroš, B. M., McCullough, R., Athalye, P. S., y Maciejewski, A. A. (2019). New Partially Flipped Electromagnetics Classroom Approach Using Conceptual Questions. *International Journal Of Engineering Education*, 35(4), 1215-1223. https://www.engr.colostate.edu/ece/pdfs/red/IJEE2019_NewPartiallyFlippedElectromagneticsClassroomConceptualQuestions.pdf
- Öncel, A. F., y Kara, A. (2019). A flipped classroom in communication systems: Student perception and performance assessments. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 56(3), 208-221. <https://doi.org/10.1177/0020720918788718>
- Osen, O. L., y Bye, R. T. (2017). Observations and Reflections on Teaching Electrical and Computer Engineering Courses. In *International Conference on Computer Supported Education* (363-389). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94640-5_18
- Osen, O. L., y Bye, R. T. (2017). Reflections on Teaching Electrical and Computer Engineering Courses at the Bachelor Level. In *CSEDU* (2) (57-68). <https://doi.org/10.5220/0006359000570068>
- Rafael, S., y Justino, J. (2018). Application of active learning techniques on Electrical Machines course in classroom environment: pedagogical strategy and results. In *2018 3rd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)* (1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CISPEE.2018.8593490>
- Ravishankar, J., Epps, J., y Ambikairajah, E. (2018). A flipped mode teaching approach for large and advanced electrical engineering courses. *European Journal of Engineering Education*, 43(3), 413-426. <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2017.1383974>
- Reyes-Parra, A. M., Cañon-Ayala, M. J., y Olarte-Dussan, F. A. (2018). Una propuesta de aula invertida en la asignatura de señales y sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), 82-87. <https://doi.org/10.26507/rei.v13n25.877>
- Rütters, R., Weinheimer, M., y Bragard, M. (2018). Teaching Control Theory with a

- Simplified Helicopter Model and a Classroom Fitting Hardware Test-Bench. In *2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)* (1-6). <https://doi.org/10.1109/RTUCON.2018.8659871>
- Santiago, J., y Guo, J. (2017). Online Delivery of Electrical Engineering Courses Using the Online Flipped Classroom Approach. In *2017 Annual ASEE Conference and Exposition*.
- Schäfer, U. (2019). Teaching Modern C++ with Flipped Classroom and Enjoyable IoT Hardware. In *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (910-919). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725068>
- Singh, A., Rocke, S., Pooransingh, A., y Ramlal, C. J. (2019). Improving Student Engagement in Teaching Electric Machines Through Blended Learning. *IEEE Transactions on Education*, 62(4), 297-304. <https://doi.org/10.1109/TE.2019.2918097>
- Subbian, V., & Bucks, G. W., y Heikenfeld, J. C. (2015,). Inverting Instruction in a Semiconductor Devices Course: A Case Study of a Flipped Electrical Engineering Classroom Paper presented at *2015 ASEE Annual Conference & Exposition*, Seattle, Washington. <https://doi.org/10.18260/p.24373>
- Svensson, L., y Adawi, T. (2015). Designing and evaluating a flipped signals and systems course. In *European Conference on e-Learning (584)*. Academic Conferences International Limited.
- Turner, M. J., y Webster, R. (2017). An Evaluation of Flipped Courses in Electrical Engineering Technology Using Course Learning Outcomes and Student Course Assessments. *Journal of Engineering Technology*, 34(2).
- Valdez, M. T., Ferreira, C. M., y Barbosa, F. M. (2018). Implementation of methodological strategies, attitudes and instruments as a PBL resource. In *2018 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (1-4). IEEE.
- Voronina, M. V., Moroz, O. N., Sudarikov, A. E., Rakhimzhanova, M. B., y Muratbakeev, E. K. (2017). Systematic review and results of the experiment of a flipped learning model for the courses of descriptive geometry, engineering and computer graphics, computer geometry. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 13(8), 4831-4845. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00967a>
- Weidt, F., y Silva, R. (2016). Systematic literature review in computer science-a practical guide. *Relatórios Técnicos Do DCC/UFJF*, 1.
- Yelamarthi, K., y Drake, E. (2014). A flipped first-year digital circuits course for engineering and technology students. *IEEE transactions on education*, 58(3), 179-186. <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2356174>
- Yelamarthi, K., y Drake, E. E. (2015). Increasing Student Learning and Interest in a Flipped First-year Electrical and Computer Engineering Course. In *Proceedings of the 2015 ASEE Annual Conference*. <https://peer.asee.org/increasing-student-learning-and-interest-in-a-flipped-first-year-electrical-and-computer-engineering-course.pdf>
- Yuan, H., y Shen, L. (2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. *Waste management*, 31(4), 670-679. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.030>
- Zainuddin, Z., Haruna, H., Li, X., Zhang, Y., y Chu, S. K. W. (2019). A systematic review of flipped classroom empirical evidence from different fields: what are the gaps and future

trends?. *On the Horizon*, 27(2), 72-86.
<https://doi.org/10.1108/OTH-09-2018-0027>
Zhang, L., Dabipi, I., Jin, Y., y Matin, P. (2015, October). Inspiring undergraduate students in engineering learning, comprehending and

practicing by the use of analog discovery kits. In *Proceedings of the 2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (1-4).
<https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344300>

Autores

Marlin Gómez Ríos. Ingeniera Electricista. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3687-2877>

Email: mgomez20@uc.edu.ve

Enrique Flores Castillo. Ingeniero Mecánico, Magister en Matemática y Computación. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7605-3286>

Email: evflores@uc.edu.ve

Recibido: 20-12-2019

Aceptado: 05-06-2020