

# Indicadores de participación de los estudiantes en una metodología activa

## Indicators of students' participation in an active methodology

Ángel Fidalgo Blanco<sup>1</sup>, María Luisa Sein-Echaluze Lacleta<sup>2</sup>, Francisco José García-Peñalvo<sup>3</sup>  
angel.fidalgo@upm.es, mlsein@unizar.es, fgarcia@usal.es

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Geológica y Minera  
Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, España

<sup>2</sup>Departamento de Matemática Aplicada  
Universidad de Zaragoza  
Zaragoza, España

<sup>3</sup>Departamento de Informática y Automática  
Universidad de Salamanca  
Salamanca, España

**Resumen-** Las fases principales del modelo educativo se podrían definir como estas tres: fase donde el profesorado forma al alumnado, fase de creación de conocimiento en un contexto controlado donde el profesorado evalúa al alumnado y fase de retroalimentación donde el profesorado pone una calificación a la calidad del conocimiento creado por el alumnado. En este trabajo se utilizan las mismas fases pero asociando todas ellas a un proceso de aprendizaje continuo y activo denominado Real Time - Collective Intelligence applied to a Cooperative Learning with a Social base (RT-CICLO). Las fases se relacionan a través de una espiral donde el alumnado interactúa con recursos de aprendizaje, crea conocimiento a través de actividades y recibe retroalimentación por parte del profesorado y del propio alumnado. El contraste de resultados se realiza en base a tres indicadores: asistencia a clase, entrega de trabajos voluntarios y calificación académica final.

**Palabras clave:** metodologías activas, aprendizaje cooperativo, creación de conocimiento

**Abstract-** The main phases of the educational model could be defined by the following: phase where teachers train students, phase of knowledge creation in a controlled context where teachers evaluate students and feedback phase where teachers grade on the quality of knowledge created by students. The same phases are used in this work but all of them are associated with a continuous and active learning process called Real Time - Collective Intelligence applied to a Cooperative Learning with a Social Base (RT-CYCLE). The phases are related through a spiral where students interact with learning resources, create knowledge through activities and receive feedback from teachers and students themselves. The contrast of results is based on three indicators: class attendance, delivery of volunteer work and final academic note.

**Keywords:** active methodologies, cooperative learning, knowledge management

### 1. INTRODUCCIÓN

Un ciclo habitual en nuestro modelo educativo se compone de tres fases: un proceso de formación (habitualmente compuesto de clases teóricas y prácticas), un proceso de creación de conocimiento por parte del alumnado en un entorno controlado (prueba de evaluación) y la retroalimentación sobre

el conocimiento creado (calificación obtenida). Este proceso tiene un principio y un final. Si la última fase sale mal, el alumnado está obligado a repetir la fase de creación de conocimiento (nueva oportunidad de evaluación) o a comenzar directamente por la primera fase (repetición del curso). Por este motivo a este ciclo se le denomina ciclo lineal (Fidalgo-Blanco, 2019).

La fase correspondiente al proceso de formación se puede realizar siguiendo distintas metodologías. Las dos metodologías más habituales son las centradas en el profesorado y las centradas en el alumnado. Las centradas en el profesorado son las clásicas y el alumnado, cuando está en las aulas, pasa la mayor parte del tiempo escuchando (lección magistral) o siguiendo los pasos que indica el profesorado (clases de problemas). Por el contrario, en la metodología centrada en el alumnado, este pasa la mayor parte del tiempo activo, participando e involucrándose en su proceso de aprendizaje cuando está en el aula.

Las metodologías que permiten que el alumnado participe de forma activa en su aprendizaje se denominan *metodologías activas*. Son numerosos y prestigiosos los autores que han demostrado que las metodologías activas incorporan ventajas en la fase de formación frente a las metodologías no activas. Dewey (1916, 1929) afirma que el aprendizaje a través de la participación activa (aprender haciendo) utiliza más capacidades cognitivas que solamente escuchar. Kolb (1984) lo confirma indicando que la primera fase del aprendizaje debe estar basada en la participación activa y continua del alumnado.

Así pues, si la primera fase del proceso de aprendizaje habitual se basa en una metodología activa, el propio aprendizaje mejora. Otros autores han concretado con más detalle en qué consiste la participación activa del alumnado. Piaget (1964) indica que es adecuado que el alumnado cree conocimiento a partir de otro ya existente. Otros autores añaden la interacción y cooperación con otras personas durante la creación de conocimiento. Así, Ausubel (1969) propone que la interacción social se puede hacer dentro del entorno relacionado con el aprendizaje concreto que se pretende conseguir, pero es Vygotsky (1978) quien incorpora la interacción social al aprendizaje. Así mismo, Paavola y Hakkarainen (2005) indican

que se puede crear conocimiento de forma cooperativa o siguiendo técnicas de cooperación, como mediante la resolución de problemas por parte del alumnado, la discusión en grupos, las tormentas de ideas, las competiciones, etc. (Johnson, Johnson & Smith, 1998).

Por tanto, la implicación del alumnado en la creación de conocimiento tanto de forma individual como cooperativa se considera una característica importante de las metodologías activas.

Pero además otros autores indican que se deben realizar acciones complementarias a esa creación de conocimiento. El aprendizaje mejora si a la vez que se crea el conocimiento el alumnado reflexiona sobre ese conocimiento creado (Bonwell & Eison, 1991). Si la creación de conocimiento se complementa con una evaluación, se desarrollan capacidad cognitivas superiores (Bloom et al., 1956). Pero si además se aporta retroalimentación sobre la evaluación se consigue aumentar el aprendizaje (Grimaldo-Moreno & Arevalillo-Herráez, 2011) e incluso añadir retroalimentación directamente a la creación del conocimiento (Chickering & Gamson, 1987) sin necesidad de incluir una evaluación.

Por tanto, se puede afirmar que si el alumnado participa de forma activa en la primera fase de su ciclo habitual formativo tendrá más posibilidades de realizar mejor la segunda fase (evaluación) y obtener mejores resultados académicos (nota).

En este trabajo de investigación se aplicarán las fases del ciclo lineal, pero en un modelo que sustituye la linealidad por una espiral. El objetivo principal de este trabajo es comprobar el impacto de una metodología activa con ciclo en espiral denominada Real Time – Collective Intelligence applied to a Cooperative Learning with a sOcial base (RT-CICLO) (García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce, & Sánchez-Canales, 2019) con respecto a:

- La asistencia a clase (en un contexto donde la asistencia a clase es voluntaria y no computa para la calificación final).
- La entrega de trabajos propuestos por el profesorado, que si computan en la calificación final.
- Los resultados académicos del aprendizaje a través de una prueba de evaluación final.

## 2. CONTEXTO

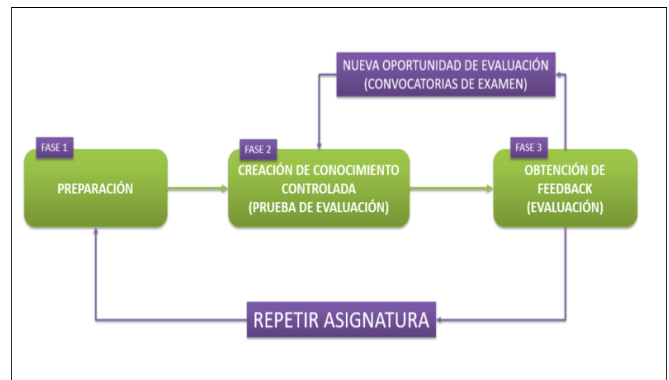
Uno de los contextos habituales donde se utilizan metodologías activas, en la primera fase del ciclo lineal clásico, son las sesiones de laboratorios. Esta investigación se aplicó en las sesiones de laboratorio de la asignatura “Informática y Programación” de primer curso del Grado de Ingeniería de la Energía de la Universidad Politécnica de Madrid. Durante esas sesiones se realizan trabajos de programación informática con la herramienta Matlab para resolver problemas de métodos numéricos.

El trabajo se realizó durante el segundo semestre del curso 2018-2019. Se formaron dos grupos de 33 alumnos cada uno (se corresponden con dos grupos de laboratorios completos). En el grupo experimental se aplicó el método RT-CICLO y en el grupo de control se aplicó una metodología activa lineal; es decir, siguiendo el ciclo habitual (preparación, creación de conocimiento (examen) y retroalimentación (evaluación)).

## 3. DESCRIPCIÓN

### A. Ciclo lineal del proceso educativo

La figura 1 muestra un modelo que representa un ciclo lineal del método más habitual en el modelo educativo.



**Figura 1** Ciclo lineal de las principales fases del modelo educativo

La primera fase se ha denominado “preparación”. Se corresponde con el proceso de formación/aprendizaje que se realiza en las actividades académicas previas a las pruebas de evaluación. Puede llevarse a cabo un solo ciclo o varios, dependiendo del número de pruebas de evaluación que configuran la asignatura. Hay una gran variedad de métodos para realizar este proceso de formación: métodos de innovación educativa (flip teaching, aprendizaje personalizado, aprendizaje basado en problemas, etc.), y métodos más clásicos basados en el paradigma docente (el alumnado permanece pasivo).

La segunda fase se ha denominado “creación de conocimiento en un entorno controlado”. En esta fase el alumnado (normalmente de forma individual) produce conocimiento en un contexto controlado por el profesorado. Las pruebas de evaluación constituyen el contexto más común. El alumno crea conocimiento a demanda del profesorado.

La tercera fase se ha denominado “retroalimentación”. Es la retroalimentación que realiza el profesorado al alumnado sobre el conocimiento creado. Es independiente de la primera fase, pero es dependiente de la segunda. El proceso más habitual es la nota que el profesorado pone al alumnado, de esta forma obtiene retroalimentación categorizada.

En este ciclo lineal la primera fase tiene el objetivo de conseguir el aprendizaje del alumnado y las otras dos fases buscan evaluar de forma sumativa el aprendizaje obtenido.

El modelo es lineal ya que las tres fases son únicas. Se puede dar la concatenación de varios ciclos lineales como, por ejemplo, tres ciclos lineales si hay tres pruebas de evaluación. El ciclo se puede repetir, pero siempre siguiendo la misma línea. Por ejemplo si se suspende un examen es posible que se pueda volver a presentar (repite fase 2 y fase 3). También es posible que si no ha superado las pruebas de evaluación de la asignatura repita todas las fases, este caso es habitual en el proceso de “repetición” de la asignatura donde el alumnado se matricula de nuevo y comienza todo el ciclo.

En este trabajo se utiliza un ciclo en espiral, donde las fases del ciclo lineal se utilizan todas ellas para conseguir el

aprendizaje del alumnado. Hay preparación, hay creación de conocimiento y hay retroalimentación, pero todo ello se hace como estrategia de aprendizaje. En este ciclo en espiral no hay evaluaciones sumativas, únicamente diagnósticas y formativas.

### B. Ciclo en espiral del modelo educativo

En trabajos previos (Fidalgo-blanco, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2019), y a partir de un análisis sobre los procesos asociados a las metodologías activas, se concluyó que esto se podrían agrupar en cuatro aspectos:

- Cooperación e interacción entre alumnado y profesorado.
- Creación de conocimiento por parte del alumnado.
- Toma de decisiones del profesorado, que implicaran acciones concretas.
- Demanda de retroalimentación por parte del alumnado sobre el conocimiento creado.

A partir de este trabajo se creó el modelo RT-CICLO. En trabajos posteriores se comprobó que este método se podía considerar como activo y que además generaba el hábito activo entre el alumnado (García-Peñalvo et al., 2019). También se comprobó que siguiendo el método el alumnado era capaz de crear conocimiento útil para la asignatura y que el alumnado así lo percibía (Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2019).

La figura 2 representa el ciclo en espiral RT-CICLO y a continuación se aporta un mayor detalle a cada fase.

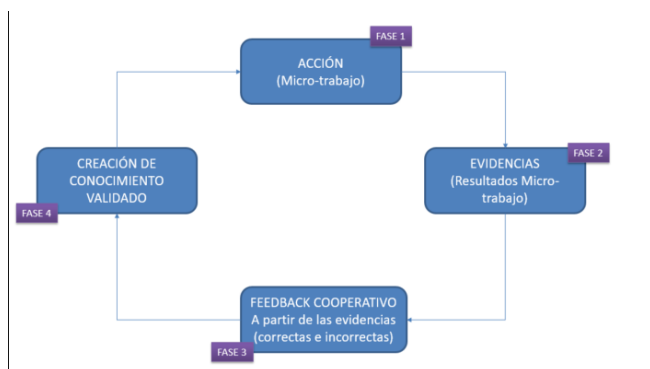


Figura 2. Ciclo en espiral RT-CICLO

**Fase 1. Acción.** El alumnado se debe enfrentar a un reto o tarea a realizar y para ello necesitará recursos previos que están a disposición del alumnado de forma online. El acceso a ellos se puede realizar fuera del aula (por ejemplo, para hacer un trabajo propuesto) o bien dentro del aula (durante la impartición de una clase). Así mismo el alumnado dispone de un sistema donde expresar sus dudas y reflexiones, tanto para la acción a realizar como para los conocimientos necesarios para realizar esa acción. El sistema online se utiliza tanto si la acción ocurre tanto dentro como fuera del aula.

**Fase 2. Evidencias.** Se corresponden con el resultado del reto o tarea realizada en la fase 1. Los resultados pueden ser erróneos, correctos o una mezcla de ambos. Estos resultados se organizan en un sistema online en el que puedan acceder tanto el profesorado como el alumnado. Esta fase se puede considerar como creación de conocimiento y se considera una actividad de

nivel cognitivo alto (Bloom et al., 1956). Pero debido a que ese conocimiento creado puede ser erróneo, se le ha denominado evidencia.

**Fase 3. Retroalimentación cooperativa.** Se corresponde con el análisis de las evidencias y posterior retroalimentación sobre las mismas. Es similar a una evaluación pero con fines formativos en lugar de evaluativos. La retroalimentación se realiza en el aula y forma parte de una clase presencial. Por este motivo sería prácticamente imposible dar retroalimentación a todas las evidencias generadas por todo el alumnado. Así pues, se elige alguna evidencia correcta (aportando retroalimentación positiva) y alguna incorrecta (aportando retroalimentación negativa).

**Fase 4. Creación de conocimiento.** Se produce tanto por el profesorado como por el alumnado. Por ejemplo, el alumnado que realizó mal el trabajo puede aportar un conocimiento valioso al resto de la clase, indicando dónde tuvo el error y cómo lo corrigió (a partir de la retroalimentación). En otras investigaciones se ha determinado el tipo de conocimiento que se puede crear: errores comunes, guías didácticas, lecciones aprendidas (evidencias+retroalimentación), dudas y respuestas,

El sistema online utilizado para el acceso a los recursos de aprendizaje, para expresar las dudas y obtener respuestas y para organizar el conocimiento que se genera durante la aplicación del ciclo en espiral es un sistema propio de gestión de conocimiento. Tanto el alumnado como el profesorado tienen acceso al mismo. El sistema de gestión de conocimiento se desarrolló en WordPress y responde a una estructura de un buscador semántico en base a ontologías (Fidalgo-Blanco, Sánchez-Canales, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2018; Sein-Echaluze, Fidalgo-Blanco, & García-Peñalvo, 2019; Sein-Echaluze, Fidalgo, García, & Conde, 2015).

## 4. RESULTADOS

Tanto con el grupo experimental como de control se realizaron 12 sesiones de dos horas de duración. Al grupo experimental se le aplicó el modelo RT-CICLO durante las sesiones presenciales. Con el grupo de control se utilizó un modelo tradicional de laboratorio: se explica la práctica y se deja un tiempo para que la realicen.

El grupo experimental estaba formado por 35 alumnos y en el grupo de control hay 33 alumnos. El alumnado eligió el grupo de forma voluntaria y sin saber si iba a pertenecer al grupo experimental o de control.

Los porcentajes se han realizado sobre el alumnado que realizó el examen final. En los dos grupos (experimental y control) se presentaron el mismo número de personas (un total de 29 por grupo).

Se midieron 3 variables:

**Asistencia a clase.** Se pasó un control a través de Moodle de la asistencia a clase durante las 10 últimas sesiones. No se pasó durante las dos primeras sesiones ya que suele haber cierto descontrol al principio ya que el alumnado se confunde de grupo, olvida el horario, etc.

La tabla 1 refleja el seguimiento de la asistencia a clase. La segunda columna indica el número de personas que tuvieron una asistencia comprendida entre el 0 y el 25%, la segunda columna entre el 26 y el 50%, la cuarta columna entre el 51 y 75% y en la última más del 76%

**Tabla 1.** Porcentaje de asistencia a clase

% de asistencia	0 - 25	26-50	51 - 75	76 - 100
<b>Control</b>	20,69	31,03	17,24	31,03
<b>Experimental</b>	6,90	24,14	20,69	48,28

Se puede observar que en el grupo de control (segunda fila) la asistencia a clase es considerablemente menor que en el grupo experimental (tercera fila). En el grupo experimental asistieron a más del 50% de las sesiones un 69% del alumnado, mientras que en el grupo de control fue del 47,5%

**Entrega de trabajos propuestos.** A ambos grupos se les propuso 4 trabajos cuya entrega era voluntaria. Pero dichos trabajos puntuaban en la calificación final de laboratorio y suponían un 28,5% de la misma. En la tabla 2 se muestra el número de trabajos entregados para los cuatro propuestos. La complejidad del trabajo aumenta a medida que aumenta el número del trabajo, siendo el 4 el más difícil. El número de entregas es el total que ha realizado el alumnado, independientemente de si se han presentado al examen final o no.

**Tabla 2.** Entregas totales de trabajos propuestos (con repercusión en la calificación final)

Número de trabajo	1	2	3	4
<b>Control</b>	18	19	15	10
<b>Experimental</b>	20	22	13	13

Realmente no hay diferencias significativas en la entrega de trabajos, ya que en el grupo de control había 33 alumnos matriculados y en el experimental 35; por tanto, los porcentajes son prácticamente iguales.

**Resultados en la prueba final de evaluación.** Al finalizar las sesiones se les sometió a una prueba de evaluación. Dos profesores (el profesor de los grupos experimental y control y otro profesor externo a dichos grupos) formularon 2 preguntas cada uno para la prueba de evaluación (todas ellas de una dificultad similar) y se distribuyeron dos preguntas en cada grupo (al azar) una de cada profesor. El estudio sobre calificaciones se ha realizado sobre las personas presentadas al examen final (29 personas en cada grupo). La tabla 3 refleja las calificaciones obtenidas en los dos grupos.

**Tabla 3.** Porcentaje de calificaciones obtenidas en la evaluación final

Rangos calificación	0-2,9	3-4,9	5-6,9	7-8,9	>=9
<b>Control</b>	48,28	27,59	13,79	6,90	3,45
<b>Experimental</b>	13,79	31,03	34,48	17,24	3,45

En la columna segunda se ha contabilizado el porcentaje que ha obtenido menos de 3 puntos (3 puntos es la nota mínima para que se pueda hacer media con otras partes de la asignatura, así como sumar los puntos por los trabajos propuestos). La tercera columna los que tienen la calificación mínima (mayor o igual

de 3) pero han suspendido (menor o igual de 4,9), la cuarta columna los que han aprobado con la calificación entre 5 y 6,9, la quinta columna entre 7 y 8,9 y la quinta con calificación entre 9 y 10.

Se puede observar que el porcentaje en el rango mayor de 8,9 es el mismo, pero donde hay una diferencia realmente significativa es entre el alumnado que ha aprobado con una calificación entre 5 y 8,9. El grupo de control ha obtenido un 20,6% en este rango y en el grupo experimental ha sido de un 51,7%.

También hay una diferencia significativa en los suspensos con menos de 3 puntos. Mientras que en el grupo de control se observa un porcentaje alto 48,28% del alumnado, en el grupo experimental este porcentaje es de un 13,79%.

## 5. CONCLUSIONES

Sobre el planteamiento inicial del artículo se pueden obtener dos conclusiones: A la entrega de trabajos propuestos con repercusión en la calificación final no le afecta el tipo de ciclo aplicado y la asistencia a clase es significativamente superior con el modelo RT-CICLO.

No hay diferencia significativa en la entrega de trabajos. Cuando se trata de trabajos que puntúan para la calificación final, el alumnado los realiza independientemente de la metodología aplicada en clase. Esto se puede deber a que el alumnado lo ve como “una inversión” ya que aporta un porcentaje superior al 25% de la calificación final.

La asistencia a clase varía considerablemente en función del modelo utilizado. En el grupo experimental el alumnado ha asistido a clase de forma más regular que en el grupo de control. Principalmente este factor presenta el porcentaje más alto.

Otro dato que llama poderosamente la atención son los resultados académicos. En el grupo experimental son considerablemente superiores al grupo de control. Si se contabiliza la calificación mínima, el grupo experimental más del 86% la han obtenido, mientras en el grupo de control no superó el 52%. A pesar de esta gran diferencia se debe profundizar en el estudio, ya que también puede influir la variable asistencia a clase y por tanto es posible que todo el porcentaje adicional no se deba solamente a la metodología.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de economía y Competitividad de España, a través del proyecto DEFINES (Ref. TIN2016-80172-R) y al servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (Proyecto IE1819.0601 y Proyecto IE1819.0602). Los autores quieren agradecer el apoyo de los grupos de investigación GIDTIC (<http://gidtic.com>), GRIAL (<http://grial.usal.es>) y LITI (<http://www.liti.es>).

## REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (1969). A cognitive theory of school learning. *Psychology in the Schools*, 6(4), 331-335. [https://doi.org/10.1002/1520-6807\(196910\)6:4<331::AID-PITS2310060402>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/1520-6807(196910)6:4<331::AID-PITS2310060402>3.0.CO;2-W)
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. k., & Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of educational

- objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. In *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I:* (pp. 201–207). New York, New York, USA: David McKay Company.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning : creating excitement in the classroom*. School of Education and Human Development, George Washington University. <https://eric.ed.gov/?id=ED336049>
- Chickering, A. W., & Gamson, Z. F. (1987). News Seven Principles For Good Practice in Undergraduate Education A Focus for Improvement. *Washington Center News*. <http://www.lonestar.edu/multimedia/sevenprinciples.pdf>
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education; an introduction to the philosophy of education* : New York: The Macmillan Company. <https://archive.org/details/democracyeducati00deweiala>
- Dewey, J. (1929). *Experience And Nature*. London: George Allen & UNWIN, LTD. <https://archive.org/details/experienceandnat029343mbp>
- Fidalgo-Blanco, Á. (2019). Conozca las tres fases que han permanecido invariables en el proceso de formación desde sus orígenes hasta nuestros días – Innovación Educativa. <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2019/08/07/conozca-las-tres-fases-que-han-permanecido-invariables-en-el-proceso-de-formacion-desde-sus-origenes-hasta-nuestros-dias/>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sánchez-Canales, M., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2018). Ontological Search for Academic Resources. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM'18* (pp. 788–793). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284315>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Enhancing the Main Characteristics of Active Methodologies: A Case with Micro Flip Teaching and Teamwork. *International Journal of Engineering Education*, 35(1B), 397–408. [https://www.ijee.ie/latestissues/Vol35-1B/09\\_ijee3728.pdf](https://www.ijee.ie/latestissues/Vol35-1B/09_ijee3728.pdf)
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2019). The Neuro-Subject: A Living Entity with Learnability. In Panayiotis ZaphirisAndri Ioannou (Ed.), *Learning and Collaboration Technologies. Designing Learning Experiences. 6th International Conference, LCT 2019, Held as Part of the 21st HCI International Conference, HCII 2019* (pp. 127–141). Orlando, FL USA: Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21814-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21814-0_11)
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluce, M. ., & Sánchez-Canales, M. (2019). *Active peer-based Flip Teaching: An active methodology based on RT-CICLO*. IGI GLOBAL.
- Grimaldo-Moreno, F., & Arevalillo-Herráez, M. (2011). Metodología Docente Orientada a la Mejora de la Motivación y Rendimiento Académico Basada en el Desarrollo de Competencias Transversales. *IEEE-RITA*, 6(2), 70–77. <https://www.uv.es/grimo/publications/ieeerita2011.pdf>
- Honey and Mumford — University of Leicester. (n.d.). <https://www2.le.ac.uk/departments/doctoralcollege/training/resources/teaching/theories/honey-mumford>
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. & Smith, K.A. (1998). *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*. Edina: Interaction Book Company.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2005). The Knowledge Creation Metaphor – An Emergent Epistemological Approach to Learning. *Science & Education*, 14(6), 535–557. <https://doi.org/10.1007/s11191-004-5157-0>
- Phil Race — University of Leicester. (n.d.). from <https://www2.le.ac.uk/departments/doctoralcollege/training/resources/teaching/theories/race>
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>
- Sein-Echaluce, M. L., Fidalgo-Blanco, A., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Technological ecosystems and ontologies for an educational model based on Web 3.0. *Universal Access in the Information Society*.
- Sein-Echaluce, M. L., Fidalgo, Á., García, F., & Conde, M. Á. (2015). A Knowledge Management System to Classify Social Educational Resources Within a Subject Using Teamwork Techniques. In: Zaphiris P., Ioannou A. (eds) *Learning and Collaboration Technologies. LCT 2015. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9192. Springer, Cham [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20609-7\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20609-7_48)
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Mind and Society*. Harvard University Press., 79–91.