

Formación de Competencias de la Industria 4.0 en Estudiantes de Primer Año de Ingeniería

Artemisa Trigueros¹, Mabel Compagnoni¹, Larisa Toro¹, Sabrina Gómez¹,

¹ Universidad Nacional de La Matanza, Florencio Varela 1903,
B1754 San Justo, Pcia. de Buenos Aires, Argentina
{artemisa, mcompagnoni, lara, sggomez, @unlam.edu.ar

Abstract. La sociedad y la tecnología evolucionan vertiginosamente en estos tiempos. Los jóvenes actuales consideran a los teléfonos celulares como extensiones de su propio cuerpo y dominan su uso desde edades muy tempranas. Estamos transitando la Cuarta Revolución Industrial que requiere competencias y conocimientos encuadrados en la llamada Industria 4.0. Paralelamente las Ciencias de la Educación proponen adoptar metodologías que incluyan las herramientas tecnológicas propuestas por la Educación 4.0. Este trabajo muestra la incorporación de las tecnologías y los temas requeridos por la Industria 4.0, en una materia de Primer Año de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), utilizando las metodologías propuestas por la Educación 4.0, para formar en los futuros ingenieros las competencias y conocimientos requeridos por la Industria 4.0. desde el primer año de sus carreras.

Keywords: Industria 4.0, Educación 4.0, Fundamentos de TICs, Competencias para Ingeniería.

1 Introducción

La materia Fundamentos de TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación), perteneciente al 1º Año de todas las Carreras de Ingeniería de UNLaM, constituye uno de los primeros contactos académicos formales, que tienen los alumnos con las TICs, cuya actividad profesional al graduarse, consistirá en desenvolverse en el marco de la “Cuarta Revolución Industrial” o Industria 4.0. Paralelamente, la Educación 4.0 es una respuesta pedagógica a los requerimientos de competencias específicas de la Industria 4.0, colocando al estudiante en el centro del ecosistema de la educación superior [1].

Los educandos deben ser protagonistas en sus procesos de aprendizaje, dado que toda persona aprende “haciendo”, por lo cual, se deben implementar herramientas pedagógicas que posibiliten potenciar y satisfacer los requerimientos que estamos viviendo en esta Cuarta Revolución Industrial promoviendo la innovación y las

tendencias y a partir de ahí preparar a los estudiantes para desenvolverse satisfactoriamente en este mundo globalmente conectado y tecnológico.

La Educación 4.0 propone el aprendizaje activo, la colaboración como base del proceso de aprendizaje, la interacción y retroalimentación entre docentes y alumnos, el aprendizaje competencial favoreciendo la apropiación de conocimientos para resolver problemas reales, utiliza el juego y los casos reales como motor de aprendizaje. Asimismo, la evaluación es un proceso continuo de retroalimentación que promueve el progreso del estudiante. En este entorno, las TICs están incluidas como herramientas educativas. Particularmente, en este trabajo, las TICs cumplen una doble función, por un lado, como herramientas de la Educación 4.0, por el otro son el objeto de estudio de la materia Fundamentos de TICs.

Estas tecnologías, incorporadas por la cátedra de Fundamentos de TICs en el desarrollo de las clases tienen como objetivo mejorar y actualizar la transmisión de contenidos, facilitando el aprendizaje, adquisición de nuevos conocimientos, pensamiento crítico, analítico, estrategias de aprendizaje, creatividad, originalidad e inteligencia emocional, propuestas por la Educación 4.0. La implementación de tecnologías como realidad aumentada, realidad virtual, diseño de modelos, problemas de inteligencia artificial, impresiones 3D, Big Data, resolución de problemas reales en forma grupal y colaborativa utilizando medios tecnológicos, etc. colocará al alumno frente a situaciones reales de trabajo, formando en él las competencias requeridas por la Industria 4.0.

2 Encuadre General

La asignatura Fundamentos de TIC's, pertenece al Ciclo General de Conocimientos Básicos (CGCB) de las cinco carreras de Ingeniería de la UNLaM: Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Informática y Mecánica, formando parte del primer (o segundo) cuatrimestre de la currícula de Primer Año. La cátedra adscribe como principal objetivo promover en el alumno conocimientos informáticos y tecnológicos, introduciéndolo además, en temas que serán desarrollados en profundidad en años posteriores de la carrera, a fin de brindar un panorama general que será de gran utilidad en el perfil del ingeniero cuando egrese. Este objetivo apunta a generar actitudes que lleven al alumno a tomar contacto con la realidad de Mercado en un contexto tecnológico, iniciarlo en las nuevas tecnologías y sus características, lo que permitirá un adecuado desempeño en su actividad futura y estar en condiciones de interpretar la mayoría de los conceptos que normalmente se emplean en los ambientes dedicados a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación [2]. Asimismo, el Libro Rojo del CONFEDII formula competencias de egreso genéricas y específicas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso, que son incorporadas en la currícula de la materia. [3].

3. Industria 4.0 y Educación 4.0

Industria 4.0: La llamada Industria 4.0, es el resultado de la llamada 4^{ta}. Revolución Industrial, que tiene como objetivo, aumentar la productividad, donde las TICs cobran un rol preponderante, mediante la utilización de las redes de comunicación (Internet) que permitirán la comunicación entre hombres y máquinas en sistemas ciber-físicos, recolectando y analizando enormes cantidades de datos, que permitirán producir bienes tangibles e intangibles de mayor calidad a un costo más reducido.

La industria 4.0 se basa en las siguientes tecnologías: Big Data, Cyberseguridad, Fabricación por Adición, Fábricas digitalizadas que jerarquizan al factor humano, Internet de las Cosas, Realidad Aumentada, Robótica, Simulaciones, Software basado en la nube. “La generación y adopción de estas tecnologías aumenta la productividad y competitividad de toda la economía, con el consecuente impacto positivo sobre la creación de empleos” [4].

La flexibilidad tiende a ser la forma de actuar tanto de las personas como de empresas e industrias. Hay que adaptarse mucho más rápidamente de lo que se adaptaban las personas en otras épocas. Hoy quienes se incorporan a las empresas o a las fábricas, trabajan en ellas durante un período, aprenden lo que consideran adecuado y cambian de trabajo, requiriendo para eso mucha flexibilidad. Ese factor va a ser imperativo para los próximos tiempos [5]. “La capacidad de trabajar en equipo según los métodos de colaboración propios de entornos laborales menos jerárquicos y estructurados, más tecnológicos y dinámicos se vuelve fundamental. Lo que hay que tener claro, sin embargo, es que la cuarta revolución industrial va de personas, no de máquinas” [6].

Educación 4.0: El proceso de enseñanza - aprendizaje se ha transformado, evolucionado con respecto a improntas anteriores, centrando su atención en modelos dirigidos al aprendizaje [7]. Dentro de esta evolución las TICs, se convierten en herramientas poderosas para la comunicación directa o indirecta, entre docentes y alumnos, apoyada por medios auxiliares [8]. Dado que los estudiantes son “nativos digitales”, poseen “...una habilidad innata en el lenguaje y en el entorno digital. Las herramientas tecnológicas ocupan un lugar en sus vidas y dependen de ellas para todo tipo de cuestiones cotidianas como estudiar, relacionarse, mensajearse, comprar, informarse o divertirse” [9].

Las TICs sirven para motivar y estimular al estudiante a que sea protagonista del proceso de aprendizaje, interactuando con la realidad, analizando los resultados de esta interacción a fin de desarrollar habilidades de pensamiento crítico y creativo y de esta manera, facilitar la comprensión de lo que se ha aprendido de manera integral y dinámica [10]. Es necesaria la búsqueda e implementación de innovaciones educativas basadas en las tecnologías que consoliden nuevas actitudes y expectativas de los alumnos, así como sus nuevas competencias. “El docente tiene que explorar un nuevo desafío que plantea la educación actual. La baja dosis atencional de los estudiantes nos obliga a reelaborar nuestras clases repensando formatos que despierten la curiosidad y el interés del alumnado por los contenidos que les presentamos” [11].

4. Estrategias Didácticas

La Educación 4.0 propone fomentar el pensamiento crítico y analítico, la creatividad, la originalidad y la inteligencia emocional y la metacognición como base del aprendizaje significativo. Las TICs están incluidas como herramientas pedagógicas y al mismo tiempo son el objeto de estudio de la materia Fundamentos de TICs, como por ejemplo: realidad aumentada, realidad virtual, diseño de modelos, problemas de inteligencia artificial, impresiones 3D, Big Data. Las estrategias propuestas son:

- La resolución de situaciones problemáticas reales en forma grupal por medios tecnológicos, simuladores, aplicaciones móviles, Campus Virtual, creación y publicación de videos presentando sus proyectos, etc. que coloca al alumno frente a situaciones reales de trabajo, formando en él las competencias requeridas por la Industria 4.0.
- La utilización de entornos de aprendizaje reales, estudio de casos, juegos, desafíos, para promover el aprendizaje de competencias por medio de resolución de problemas reales del ámbito ingenieril.
- La estrategia de aprendizaje se realizará en base a metodologías activas.
- La colaboración como base del proceso de aprendizaje afianzado la comunicación e interacción entre docentes y alumnos.
- El docente debe generar un contexto favorable al aprendizaje donde los estudiantes sean los protagonistas.
- La apropiación de conocimientos se logra como consecuencia del análisis y resolución de situaciones problemáticas teórico-prácticas, sumando la retroalimentación del docente que favorece la evolución del alumno.
- El espacio de reflexión siempre tiene un lugar fundamental.
- El trabajo en equipo para que los estudiantes resuelvan problemas y ejercicios.
- La inclusión de Rúbricas y/o Listas de Cotejo en cada Trabajo Práctico Obligatorio, explicitando al alumno y grupo de desarrollo, los contenidos y actitudes a desarrollar, los criterios de evaluación de cada contenido y los niveles de logro alcanzados.
- Charlas y demostraciones con los profesionales del polo Tecnológico en temas como Industria Aditiva (Impresión 3D), Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

5. Unidades

La materia Fundamentos de TICs cuenta con 6 (seis) Unidades Temáticas. Cada una de ellas comprende un tema específico de las TICs.

El desarrollo de contenidos comienza con una Introducción a la Teoría de Sistemas, continuando con Sistemas de Representación de la Información y Códigos para su transmisión segura, introduciendo al estudiante en el mundo digital y binario, Circuitos Lógicos, ya que por medio de éstos se diseñan los sistemas de procesamiento de datos y control de procesos, Hardware, integrando las unidades anteriores, Redes de Comunicación para interconectar sistemas y Software necesario para que dichos sistemas se desempeñen en forma automática.

6. Aplicaciones de Herramientas de la Educación 4.0 a las Unidades de Fundamentos de TICs para crear competencias requeridas por la Industria 4.0

Los temas curriculares de la materia Fundamentos de TICs, corresponden al Plan de Estudios 2009. En estos 11 años, la sociedad y la tecnología han realizado grandes cambios. Basta pensar en la difusión de los dispositivos móviles, que han cambiado el perfil del alumno, y de los docentes, al permitir tener en la palma de la mano, toda la información y los recursos comunicativos necesarios al instante.

Para lograr el objetivo de creación de competencias requeridas por la Industria 4.0, en los estudiantes de 1^{er}. Año, la cátedra de Fundamentos de TICs, incorporó estudio de casos y ejemplos de la Industria 4.0 y metodologías activas de la Educación 4.0, que pertenecen a los grandes temas curriculares de la materia.

Estos cambios se basan fundamentalmente en la figura de Trabajos Prácticos Obligatorios (TPO), donde se plasman distintas tecnologías y metodologías y en charlas de transferencia profesional y exposiciones de Ingenieros y equipos de investigación pertenecientes al Polo Tecnológico de la UNLaM.

Los TPO, tienen la característica imprescindible de ser Trabajos Prácticos Grupales, ya que se persigue crear en los alumnos recién incorporados a la Universidad, las siguientes competencias sociales, políticas y actitudinales:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Comunicarse con efectividad.
- Actuar con ética, responsabilidad y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- Aprender en forma continua y autónoma.
- Actuar con espíritu emprendedor.

Asimismo se busca comenzar a incorporar las siguientes competencias tecnológicas:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- Promover el aprendizaje activo a través del pensamiento estratégico aplicando herramientas tecnológicas.

A continuación, se describen, como ejemplo en Tabla 1, los TPOs pertenecientes a cada unidad temática. Es de destacar que dichos TPO, pueden incluir otros temas y/o casos de ejercitación y/o otras tecnologías a medida que se éstas van surgiendo o como inquietud de los alumnos.

Los TPO se realizan en clase y posteriormente se publican en Internet, para que todos los alumnos de la materia puedan acceder a todos los trabajos.

Tabla 1. TPO POR CADA UNIDAD

Unidad TPO	Situación Propuesta
Unidad 1 TPO 1	A. Desarrollo de un proyecto tangible simple que requiera aplicar las 5 etapas de desarrollo de cualquier sistema, de acuerdo a requerimientos de un supuesto cliente. B. Resolución de casos reales en los que el alumnado debe aplicar los temas vistos referidos a Sistemas de Información para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
Unidad 2 TPO 2	A. Investigación sobre Realidad Aumentada y su utilización en la Industria 4.0. Confección de un texto expositivo con publicación en un foro grupal. B. Acorde a lo investigado en la Parte A, aplicación en un caso concreto, utilizando códigos BCD, códigos QR y realidad aumentada. (Aprendizaje Creativo basado en problemas concretos). Transferencia Profesional: Charla sobre Realidad Aumentada y Realidad Virtual en el Polo Tecnológico de la UNLaM
Unidad 3 TPO 3	A. Utilización de software Logisim para simular la creación de circuitos lógicos, requeridos por los docentes y para la simplificación de funciones algebraicas.
Unidad 4 TPO 4	A. Simulación del Procesamiento de instrucciones utilizando la aplicación por medio de SIMUPROC. B. Investigación sobre Periféricos. Armado de un Video colaborativo grupal y su publicación en una pizarra digital, con posterior retroalimentación por parte de sus pares. Transferencia Profesional: Charla sobre Impresoras 3D en el Polo Tecnológico.
Unidad 5 TPO 5	A. Análisis de un caso similar a los reales, que plantea la necesidad de armado de una Intranet y propone la búsqueda de la óptima solución que satisfaga el requerimiento. B. Confección de una Presentación dinámica aplicando herramientas tecnológicas de la Web 2.0 basada en la investigación grupal sobre aplicaciones de IoT (Internet de las Cosas) y Cyberseguridad. Posterior publicación en una pizarra digital y retroalimentación de sus pares.
Unidad 6 TPO 6	A. Investigación sobre casos de uso de Inteligencia Artificial, Robótica, Big data y Software Basado en la Nube por las empresas. Confección colaborativa de una infografía digital Posterior publicación en una pizarra digital y retroalimentación de sus pares.

Todo el material de cátedra, inclusive los TPO descritos en la Tabla 1, se encuentra publicado en MIE²[2]. Durante las clases, los alumnos utilizan activamente el teléfono celular para realizar ejercicios, plantear cuestionarios, mostrar procesos, etc. Las aplicaciones Kahoot³ y PADLET⁴ y Simuladores de distribución gratuita son utilizadas para practicar y compartir conocimientos.

² Material Interactivas en Línea

³ Kahoot. Disponible en <https://kahoot.com/>

7. Anexo: ejemplos de trabajos prácticos obligatorios y testimonios de transferencia profesional

Consigna del Proyecto (TPO 1. B): Los alumnos se reunirán en grupos de 4 o 5 integrantes y dispondrán de 30 minutos para debatir en forma colaborativa acerca de las posibles soluciones para el estudio de caso planteado a través de las situaciones enunciadas a continuación, aplicando los conceptos analizados en la unidad 1 que consideren útiles para que un Ingeniero pueda cumplir en forma óptima su tarea. Luego cada grupo presentará por escrito lo producido. La Fig. 1 plantea la Situación 2, correspondiente a la siguiente consigna: Implementar algún mecanismo de desacoplamiento que solucione la situación actual de producción.

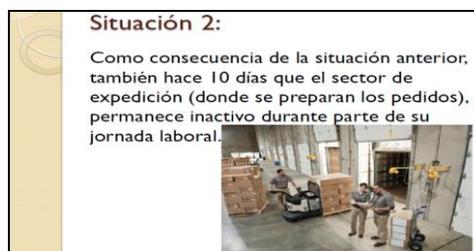


Fig. 1 TPO 1. B. Planteo de la Situación 2.

La Tabla 2, presenta las Rúbricas correspondientes a la Situación 2 del TPO 1.

Tabla 2. RÚBRICAS PARA TPO 1

Criterios	Niveles de Logro			
	1	2	3	4
Identificación e implementación de mecanismos de desacoplamiento.	Dificultad en la identificación de mecanismos de desacoplamiento.	Reconoce algunos mecanismos de desacoplamiento pero presenta dificultad en la implementación de los mismos.	Reconoce todos los mecanismos de desacoplamiento pero se implementan sólo algunos de ellos.	Reconoce todos los mecanismos de desacoplamiento y los implementa en forma satisfactoria.

Como puede observarse en la Tabla 2, se explicitan los Criterios y los requerimientos para alcanzar cada Nivel de Logro.

TPO 4. Parte B: Investigación sobre Periféricos. Armado de un Video colaborativo grupal y publicación del mismo en una pizarra digital, con posterior retroalimentación por parte de sus pares que se introducía como comentario del postcard incorporado en

⁴ PADLET. Disponible en <https://es.padlet.com/auth/login>

la pizarra por cada grupo conteniendo el video colaborativo realizado. La Fig. 2 muestra los TPO 4 de un curso.



Fig. 2: TPO 4. Imagen de una de las pizarras realizadas por una comisión de la cátedra El TPO 4 incluye Transferencia Profesional sobre Impresoras 3D, (Fig.3).



Fig. 3: TPO 4. Charla sobre Impresoras 3D en el Polo Tecnológico y Brazo ortopédico. (Nov. 2019)

Los TPO contaron con gran entusiasmo por parte del alumnado.

8. Resultados

2019 fue el primer año de implementación de la nueva metodología. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, ya que se logró un mayor porcentaje de aprobación y se disminuyó la cantidad de Ausentes, como muestra la Fig. 4.

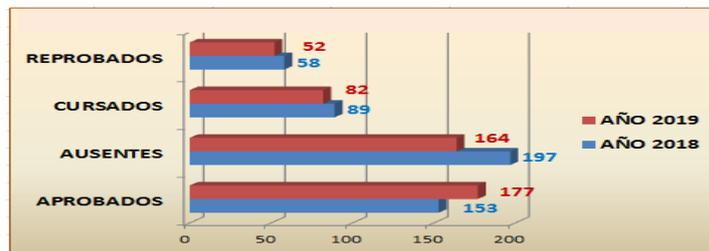


Fig. 4: Comparación de Porcentajes de 2º Cuatrimestre 2018 y 2019.

Como puede observarse en la Fig. 4, los porcentajes de la Cursada 2019, muestran que aumentó en un 6% el porcentaje de Aprobados, y disminuyó un 4% los Ausentes, con respecto al Año 2018, en el que no se realizaban los TPO.

Durante la cursada fue realizada una Encuesta de Cátedra, donde los estudiantes valoraron la nueva metodología en forma muy positiva. La Fig. 5 muestra los resultados de la encuesta por medio de un gráfico de sectores.

La pregunta realizada fue si “Los TPO mejoran la comprensión de los temas.”

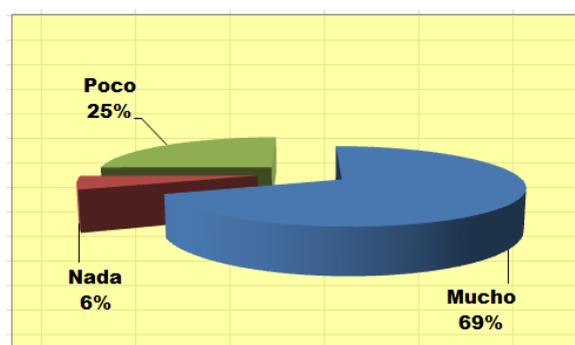


Fig. 5: Consulta a los alumnos sobre los TPO.

Como puede observarse en la Fig. 5 el 69% de los estudiantes respondió positivamente, y sólo un 6% consideró que no.

9. Conclusiones

La metodología de Educación 4.0 implementada, fue recibida y ejecutada en forma muy satisfactoria por los estudiantes y docentes, mejorando los resultados de años anteriores. El proyecto fue un éxito para la cátedra y los estudiantes.

A través del uso pedagógico de las TIC's, han surgido nuevos planteamientos pedagógicos que resaltan la prioridad del aprendizaje sobre la enseñanza; el papel clave del alumno y la consiguiente necesidad de acudir a metodologías en las que el estudiante universitario, tome las riendas de su aprendizaje con la dirección, la orientación y el apoyo de su profesor. Se privilegia el proceso formativo basado en una evaluación continua y en la continua propuesta de tareas [12]. El aprendizaje colaborativo, añade a los logros académicos repercusiones educativas como el compañerismo, la solidaridad y la capacitación para el trabajo en equipo.

Las herramientas tecnológicas de la Educación 4.0 tienden a favorecer un aprendizaje más complejo e integrador basado en las asociaciones, comparaciones y un pensamiento crítico y reflexivo promoviendo el desarrollo de la capacidad de análisis, lo que permite a los alumnos, conocer más profundamente y construir nuevos conocimientos a partir de otros previos y al docente adquirir información valiosa para reorientar el proceso de enseñanza y colaborar en el logro de aprendizajes.

10. Trabajo Futuro

La cátedra se propone seguir avanzando en la aplicación de nuevas herramientas y perfeccionando los casos planteados en los TPOs. Asimismo, se propone realizar nuevos cursos de capacitación docente sobre metodologías de Educación 4.0.

Reconocimientos

La cátedra de Fundamentos de TICs, agradece al Ing. Daniel Cundari y equipo por las demostraciones sobre impresiones aditivas a los alumnos y al Ing. Mavrommatis por su capacitación en Técnicas Activas aplicadas al proceso de enseñanza y aprendizaje.

Referencias

1. V. Moctezuma. La Universidad del Futuro y la Industria 4.0. <https://ilab.net/la-universidad-del-futuro-y-la-educacion-4-0>
2. MIEL. Materias Interactivas En Línea. UNLaM. <http://miel.unlam.edu.ar>
Libro Rojo de CONFEDI.
3. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf
4. G. Nieponice. <https://www.apertura.com/negocios/Que.es.la-Industria-4.0-y-cuanto-falta-para-que-llegue-a-la-Argentina-20180425-0007.html>
5. L. De Bernárdez. <https://www.infobae.com/def/development/2019/01/08/la-industria-4-0-una-revolucion-en-las-fabricas>
6. A. Raya. <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190307/46893035712/industria-40-empleo-formacion-profesional-profesionales-mano-de-obra-espana.html>
7. Edel, R. El Concepto de Enseñanza-Aprendizaje. Revista Electrónica Red Científica. Ciencia, Tecnología y Pensamiento. 2004
8. Betancur, D., Moreno, J. & Ovalle, D. A. Modelo para la Recomendación y Recuperación de Objetos de Aprendizaje en Entornos Virtuales de Enseñanza/Aprendizaje. Revista Avances en Sistemas e Informática. 2009.
9. García, M. R. Interacción y Comunicación en Entornos Educativos: Reflexiones Teóricas, Conceptuales y Metodológicas. Revista de Asociación Nacional de Programas de Posgrado en Comunicación (E-Compós). Vol. 8. Disponible en <https://doi.org/10.30962/ec.143>. 2007.
10. Esteve, F.M. & Gisbert, M. (2011) El Nuevo Paradigma de Aprendizaje y las Nuevas Tecnologías. Revista de Docencia Universitaria. REDU. Vol.9 (3). Pag.s 55 – 73.
11. Lazzatti, Pablo. "Jugarle a la cabeza: una apuesta al aprendizaje lúdico y las neurociencias en la enseñanza del Derecho." Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales (2017).
12. Pérez Justé, R. (Coord.) (2012). El portafolio. Aprendizaje, competencias evaluación. Universidad de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España. Capítulo 4.