

# Aprendizaje basado en proyectos colaborativos y aprendizaje significativo como soportes teóricos para el diseño de objetos de aprendizaje en ingeniería: Planta piloto purificadora de agua.

*Resumen- Este trabajo presenta los fundamentos teóricos y primeros resultados logrados en el diseño de un objeto de aprendizaje para ingeniería (una planta piloto purificadora de agua) a partir de la aplicación conjunta de las teorías de aprendizaje basado en proyectos colaborativos y el aprendizaje significativo. El objeto de aprendizaje se ha diseñado con el fin específico de promocionar el desarrollo de las competencias y la mejora del aprendizaje entre los estudiantes de ingeniería.*

*Palabras clave- Aprendizaje. Ingeniería. Objetos de aprendizaje. Proyectos colaborativos. Aprendizaje significativo.*

## I. INTRODUCCIÓN

Existe actualmente un consenso generalizado en las carreras de Ingeniería para desarrollar perfiles profesionales y nuevos planes de estudio en base a competencias. Facilitar el desarrollo de competencias durante el proceso de formación en todos sus niveles requiere un enfoque centrado primordialmente en la persona y el proceso de aprendizaje, exigiendo un mayor protagonismo y compromiso por parte del alumno, algo que promueve a su vez un nuevo vínculo en la tradicional relación docente-alumno [12].

En este contexto, el diseño de materiales educativos orientados al desarrollo de competencias cobra hoy en día una especial importancia, y los Objetos de Aprendizaje son una excelente alternativa para ello, permitiendo un aprendizaje abierto al desarrollo de saberes [3].

Por su parte, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) adopta desde el año 2006 la definición de competencia como “capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas, estructuras mentales y valores, que permiten movilizar o poner a disposición distintos saberes en un determinado contexto, con el fin de resolver situaciones profesionales”.

En este marco, se propone un abordaje del diseño de Objetos de Aprendizaje desde la perspectiva teórica del denominado aprendizaje basado en proyectos colaborativos y el denominado aprendizaje significativo.

## II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### A. Objeto de aprendizaje

El concepto de objeto de aprendizaje (OA) surge, según García Aretio citado en [3], del ámbito de las Ciencias de la Computación, siendo una de sus características principales la “reusabilidad” (reutilización).

En esta misma línea, considera que “*hoy en día existen muchísimos recursos educativos disponibles de forma gratuita a través de Internet, sin embargo, debido a la diversidad de conocimientos previos y estilos de aprendizaje de los estudiantes, no resulta del todo fácil encontrar los que se ajusten a sus necesidades específicas. Una de las características más importantes de los Objetos de Aprendizaje (OAs) es la posibilidad de reutilizar recursos para atender a diversas situaciones educativas*” [12].

Para que un OA tenga sentido pedagógico, se considera tener en cuenta los siguientes componentes: a) una introducción al tema que permita definir claramente temas, contenidos y nivel de dificultad planteado; b) contenidos relacionados a un tipo específico de conocimiento (saber qué, saber cómo, saber porqué); c) actividades de práctica y evaluación, obligatorias u opcionales, donde claramente quedan definidas modalidades y estrategias de aprendizaje.

### B. Aprendizaje basado en proyectos colaborativos

En el aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC) los docentes desarrollan coordinadamente sus actividades desde varios espacios curriculares para la elaboración de casos de estudio; y desde el lado de los alumnos, el ABPC se aplica al momento de implementar los estudios de caso en las distintas asignaturas como actividad teórico-práctica, donde se promueve el trabajo en grupos pequeños de tres a cinco personas como máximo, dependiendo de la cantidad de alumnos que conformen los respectivos cursos.

Una de las características del ABPC es que debe plantearse mediante la realización de tareas auténticas. En el

caso que se presenta esta autenticidad está dada, entre otras cuestiones, por que los objetivos del caso, los requerimientos cognitivos de la tarea, el acceso a la información, o el producto que debe elaborarse, tienen una relación directa con la actividad que se da en escenarios reales del ejercicio profesional de los ingenieros [12].

Otra cuestión de interés desde el punto de vista pedagógico, es que el ABPC debe desarrollarse necesariamente en contextos abiertos de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto al abordar tareas poco definidas o estructuradas los participantes deben elaborar las mejores soluciones posibles para problemas complejos y abiertos, formulando cuestiones para ser investigadas, diseñando planes o propuestas que permitan la resolución de las cuestiones formuladas o la verificación de una hipótesis planteada, buscando, clasificando y analizando información, y creando productos intermedios que les permitan avanzar en su comprensión del problema [2].

El ABPC puede conceptualizarse entonces como una metodología didáctica que organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante la elaboración en forma colaborativa de proyectos en grupos, y en el marco de este método, el concepto de proyecto puede aplicarse tanto al proceso de aprendizaje que el grupo debe seguir como al resultado que tiene que obtener de dicho aprendizaje [12].

### *C. Aprendizaje significativo*

Por otra parte, el aprendizaje significativo (AS) se enfoca en los aspectos cognitivos del proceso de aprendizaje, entendiéndolo como un comportamiento. En el AS la persona desarrolla un vínculo emocional con la temática o problema al que se enfrenta y decide voluntariamente abordarla, realizando todos los esfuerzos necesarios para comprenderla y hallar la solución.

En este caso, el aprendizaje se torna en un acto voluntario, deliberado, necesario para satisfacer la necesidad emocional de resolver una problemática que es importante para esa persona, y cuya solución será valiosa.

El AS históricamente ha sido relegado a los ámbitos creativos y de la inteligencia emocional, aunque recientemente crece el interés en esta perspectiva debido a la necesidad de estimular una visión creativa, emprendedora e innovadora en aquellas disciplinas vinculadas a la ciencia y la tecnología, donde podemos citar los trabajos pioneros del Dr Joseph Novak de la Universidad de Cornell en Estados Unidos en la década del 1990 [9], [11].

El AS entonces podría transformarse en una “estrategia articuladora” que puede dotar de contenidos significativos a los objetos de aprendizaje (OA) y el ABPC, motivando e impulsando un ambiente altamente dinámico e innovador tanto en el proceso de aprendizaje académico como en los ámbitos de investigación y desarrollo experimental relacionados con las carreras de ingeniería.

## III. DESARROLLO

### *A. Promoción de competencias en la formación del Ingeniero y diseño del objeto de aprendizaje*

En la actualidad hay un consenso generalizado para desarrollar perfiles profesionales en base a competencias, y es una tendencia internacional en el nuevo diseño de planes de estudio el uso de las competencias como horizonte formativo, ocupándose no sólo de los saberes sino también del saber hacer y el saber ser.

Como se ha mencionado, el CONFEDI ha definido las competencias genéricas – tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales- en la formación del Ingeniero junto con sus correspondientes capacidades asociadas integradas, de forma tal que se las vincula con saberes teóricos, contextuales y procedimentales complejos e integrados al contexto y desempeño profesional del ingeniero.

Facilitar el desarrollo de competencias durante el proceso de formación del ingeniero requiere un enfoque de la educación centrado primordialmente en el estudiante y en su capacidad de aprender, exigiendo mayor protagonismo y compromiso por parte del alumno. En este contexto, el diseño de materiales educativos orientados al desarrollo de competencias, cobra hoy en día una especial importancia [12].

En este contexto, donde se plantea la necesidad de diseñar nuevos materiales educativos como OA, la estrategia planteada por esta investigación integra el aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC) y el aprendizaje significativo (AS) como articuladores del proceso, dando lugar al diseño de una planta piloto purificadora de agua (PPPA) como caso testigo que permita observar los resultados en términos de promoción de competencias y mejora del aprendizaje en la ingeniería.

### *B. Diseño de una planta piloto purificadora de agua como objeto de aprendizaje.*

En primer lugar, el diseño toma como punto de partida la selección del tema sobre el cual se trabajará el diseño del OA. La pertinencia, actualidad y/o vigencia de una problemática que afecta a la región, al país o inclusive a vastas porciones del mundo pueden ser un buen disparador para generar un vínculo emocional entre el tema abordado y el estudiante de ingeniería. En este caso, se ha seleccionado a la “calidad de aguas” como un tema que cumple con dichos requisitos.

Existen numerosos antecedentes a nivel mundial, a través de la Organización Mundial de la Salud y programas específicos de Naciones Unidas y Unicef orientados a la provisión de agua de calidad como un factor de progreso y crecimiento, en particular, para países y regiones en vías de desarrollo [9].

Por ejemplo, la iniciativa TrackFin, liderada por el programa de Naciones Unidas UN-Water GLAAS en la Organización Mundial de la Salud, tiene como objetivo realizar un seguimiento de la financiación aportada por el Banco Mundial para el agua potable, el saneamiento y la higiene buscando una mejor asignación de recursos y la toma de decisiones que podrían considerarse beneficiosas para el

agua, el saneamiento y la higiene (WASH) a nivel nacional e internacional.

En particular, los beneficios económicos de invertir en agua y saneamiento son considerables e incluyen, según Naciones Unidas, una ganancia global estimada del 1,5% del PIB mundial y un rendimiento de 4,3 dólares americanos por cada dólar invertido en servicios de agua y saneamiento, debido a la reducción de los costos de atención de salud para las personas y mayor productividad e implicación en el lugar de trabajo a través de un mejor acceso a las instalaciones (resultados del programa 2000-2010, en [9]).

Estos datos, sin duda, representan un factor de especial interés para los ingenieros y su campo de actuación profesional, sobre todo considerando que en nuestra región solamente el 74% de la población tiene acceso a agua potable de calidad y sólo el 31% al saneamiento de calidad.

Por ello, un OA que promueva el interés en la temática y que, al mismo tiempo, permita que los estudiantes desarrollen e integren distintos saberes alrededor de la complejidad de este problema contendrá los elementos necesarios para estimular un vínculo afectivo con el mismo, ya que en numerosos casos se ha detectado que los propios estudiantes de nuestra Universidad sufren estas carencias en sus hogares.

A esto se suma el propio déficit del emplazamiento del Campus (que aún no está vinculado a las redes de agua y saneamiento de la ciudad) y el hecho que la Universidad es una de las pocas a nivel nacional y regional cuyo campus se emplaza junto a una Reserva Natural (Laguna de Santa Catalina).

Por otro lado, el diseño del OA debería contener suficientes elementos interdisciplinarios tal de promover un efectivo y fértil trabajo en proyectos colaborativos, donde cada miembro de un equipo de estudiantes pueda desarrollar tareas que se articulen y sean interdependientes entre sí, y cuyo correcto funcionamiento del conjunto dependa del correcto funcionamiento de cada una de las partes.

En este sentido, la nueva disciplina de la “acuatrónica”, dentro de las tecnologías de tratamiento de aguas, podría cumplir con este requisito.

La acuatrónica contempla desde aspectos básicos de la mecánica de fluidos y la química industrial, hasta aspectos avanzados en la tecnología de materiales filtrantes, los procesos industriales, la electrónica, la automatización flexible, los sistemas de control de procesos y las industrias 4.0, abarcando así un amplio rango de especialidades y niveles de complejidad para un abordaje transversal y multidisciplinario en el aprendizaje de la ingeniería.

En este caso, la acuatrónica aplicada a una planta piloto de purificación de agua también permite articular el entorno virtual, mediante la simulación física del proceso de filtración y los resultados de calidad de agua esperables, con el objeto real (la planta piloto) integrando las etapas simuladas con la operación, gestión y conectividad real de los diferentes componentes de la maquinaria, sistemas y procesos reales a escala piloto o pre-industrial [9].

Esta característica hace del OA en sí mismo un elemento de alto valor estratégico en cualquier proceso de modernización de las capacidades no sólo de aprendizaje en la ingeniería sino también en el desarrollo de capacidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en el futuro ingeniero como tecnólogo en el ámbito científico-tecnológico.

Además, el aspecto estratégico de este OA se potenciaría notablemente al poder articularse de una forma sinérgica con los conceptos de OA, ABPC y AS al cubrir las distintas fases o etapas del ciclo de vida de un producto y/o proceso en un proceso completo de I+D+I.

Ello permitiría fácilmente aplicarlo en ámbitos y procesos académicos de ABPC, que crucen transversalmente las distintas carreras dictadas en la FiUNLZ, y al mismo tiempo, que acompañen el proceso de evolución de los alumnos desde las etapas iniciales, asociables a las fases de organización, diseño y/o cálculo básico en un proyecto de ingeniería, hasta las etapas más avanzadas de final de carrera y/o de posgrado, con simulaciones complejas y la programación real de procesos de productos de alta complejidad,

Entonces esta transversalidad, que por un lado cruza las distintas carreras de grado dictadas en la FiUNLZ (Ingeniería Industrial, Mecánica, Ferroviaria y Mecatrónica), y por otro, que abarca todas las etapas o niveles de las carreras hasta los posgrados, se suma a la posibilidad de:

- Articular en forma virtuosa los entornos y OA virtuales y OA reales, puesto que lo que se diseña se puede simular, y con la misma información generada, también se puede fabricar/ensamblar y gestionar en forma integral, siendo este aspecto un factor motivacional adicional para el alumno (AS), que puede ver cómo sus ideas se pueden transformar y materializar en un producto real utilizando herramientas y conceptos de vanguardia en un entorno de diseño, cálculo, manufactura e Industrias 4.0 real.
- La integración de las distintas fases del ciclo de vida del producto y el proceso de I+D+I promueve un campo fértil para desarrollar profusamente actividades académicas y de I+D+I de ABPC, que pueden iniciarse en materias del ciclo inferior y/o medio y continuarse hasta los posgrados bajo una misma plataforma y con seguimiento individualizado de los avances y resultados logrados por los alumnos. En este mismo sentido, también ofrece una potencialidad como herramienta para la materialización y seguimiento de los Proyectos Integradores de Final de Carrera.

*C. Estrategia de integración del objeto de aprendizaje en los laboratorios y cátedras*

La potencialidad y la transversalidad antes mencionada requieren de espacios y entornos donde puedan ser desarrolladas e implementadas eficazmente.

El Laboratorio de Medios Filtrantes y Aguas (LMFA) de la Fi-UNLZ permitiría articular la estrategia de integración del OA junto a los conceptos del ABPC y AS en la medida que el OA pueda ser utilizado durante las diferentes etapas o fases del avance del estudiante en su carrera (articulando con el dictado de contenidos de las cátedras vinculadas), y especialmente, al ser utilizado en los espacios que ofrezcan la mayor cercanía con los entornos reales, donde se pueda migrar el aprendizaje generado en el ámbito académico hacia la industria.

Dado que el LMFA es uno de los Laboratorios referentes a nivel nacional en ensayos para la industria del sector y la Agencia Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnologías Médicas (ANMAT) sería, junto a las cátedras vinculadas, un ámbito propicio para ello.

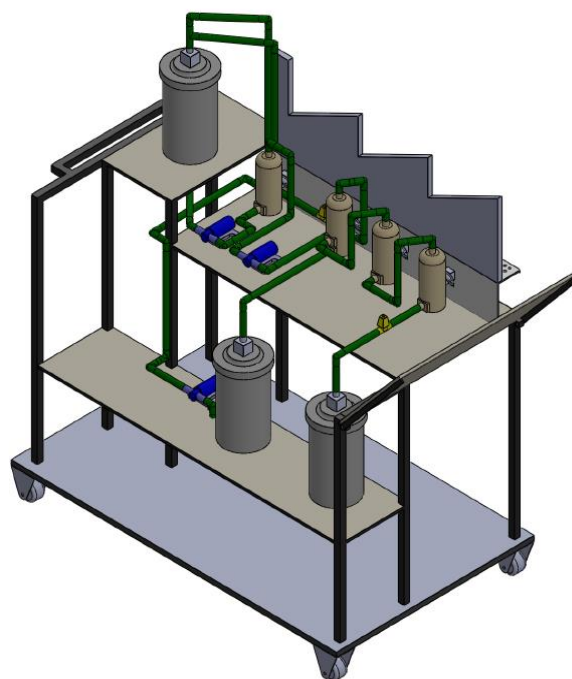


Fig. 2 Planta piloto de purificación de agua (PPPA) como Objeto de Aprendizaje, vista isométrica en la etapa de diseño. Fuente: Laboratorio LMFA FiUNLZ.

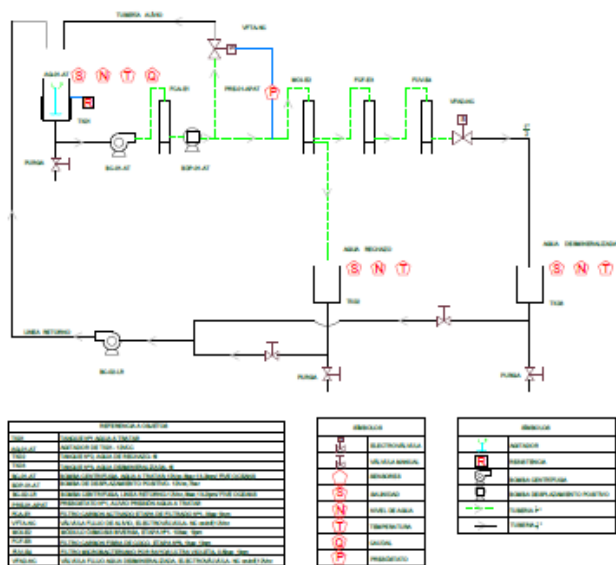


Fig. 1 Planta piloto de purificación de agua (PPPA) como Objeto de Aprendizaje, diagrama de flujos y procesos P&I en la etapa de diseño. Fuente: Laboratorio LMFA FiUNLZ.



Fig. 3 Planta piloto de purificación de agua (PPPA) como Objeto de Aprendizaje, en la etapa de construcción y ensamble. Fuente: Laboratorio LMFA FiUNLZ.

C. *Competencias genéricas promovidas por el Objeto de Aprendizaje en la formación del Ingeniero.*

El particular el valor estratégico de la implementación de la planta piloto purificadora de agua como OA estaría dado por el hecho de cubrir prácticamente la totalidad de competencias genéricas definidas por el CONFEDI para el aprendizaje en la ingeniería, tal como describimos a continuación:

Competencia 1.- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Capacidades asociadas integradas: Identificar y formular problemas. Realizar búsqueda creativa de soluciones y seleccionar la alternativa más adecuada. Implementar tecnológicamente una alternativa de solución. Controlar y evaluar enfoques y estrategias propios para abordar eficazmente la resolución de los problemas

*Aportes del OA: Problemas típicos de organización, cálculo y diseño de piezas, sub-conjuntos o conjuntos complejos. Evaluar alternativas, optimización del diseño.*

Competencia 2.- Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos). Capacidades asociadas integradas: Concebir soluciones tecnológicas. Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.

*Aportes del OA: Diseño de componentes y sistemas. Simulación de procesos y/o evaluación de desempeño simulados o sobre el prototipo en la planta piloto.*

Competencia 3.- Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos). Capacidades asociadas integradas: Planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.

*Aportes del OA: Implementar las soluciones diseñadas y simuladas en la planta piloto. Ejemplo Proyecto Final de Carrera.*

Competencia 4.- Usar de manera eficaz las técnicas y herramientas de la ingeniería. Capacidades asociadas integradas: Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles. Usar y/o supervisar el uso de las técnicas y herramientas.

*Aportes del OA: Utilización de software avanzado de diseño, de simulación de procesos, SCADA o similares y de multifísica. Manufactura/ensamble real en el Taller de Prototipos y en el laboratorio LMFA.*

Competencia 5.- Contribuir a la generación de desarrollos y/o innovaciones tecnológicas. Capacidades asociadas integradas: Detectar oportunidades y necesidades insatisfechas mediante soluciones tecnológicas. Hacer un uso creativo de las tecnologías disponibles. Emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica.

*Aportes del OA: La planta piloto ofrece oportunidades para crear nuevos diseños innovadores de sistemas filtrantes; y al mismo tiempo, la utilización creativa de nuevas técnicas de simulación y de manufactura avanzadas.*

Competencia 6.- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. Capacidades asociadas integradas: Identificar metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas. Reconocer y respetar los puntos de vista de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos. Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo.

*Aportes del OA: Ambientes de aprendizaje abiertos e interactivos que promueven el trabajo en pequeños grupos de 3 a 5 estudiantes. ABPC. Tanto en ámbitos virtuales (simulación) como reales (manufactura, ensamble, operación de la planta piloto).*

Competencia 7.- Comunicarse con efectividad. Capacidades asociadas integradas: Seleccionar las estrategias de comunicación en función de objetivos e interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio. Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

*Aportes del OA: La multi-disciplinariedad promueve la articulación entre cátedras y laboratorios (mecánica de fluidos, procesos industriales, ingeniería ambiental, electrónica, sistemas de control, otros): ambiente ABPC.*

Competencia 8.- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. Capacidades asociadas integradas: Actuar éticamente con responsabilidad profesional y compromiso social. Evaluar el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

*Aportes del OA: Valoración social del trabajo de cada grupo en el contexto de la participación en la mejora de una nueva tecnología y/o el diseño de un nuevo producto (gestión de ciclo de vida del producto), incluyendo la obsolescencia, reciclado y/o re-usos del mismo al final de su vida útil. Análisis del impacto de la mejora en temas concretos de calidad de aguas, por ejemplo, en la Cuenca del Matanza Riachuelo entre otros.*

Competencia 9.- Aprender en forma continua y autónoma. Capacidades asociadas integradas: Reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida. Lograr autonomía en el aprendizaje.

*Aportes del OA: La herramienta permite escalar niveles de complejidad, desde la actividad académica hasta el desarrollo de nuevos proyectos de investigación y nuevos desarrollos tecnológicos articulados con diferentes laboratorios y cátedras (mecánica de fluidos, procesos industriales, ingeniería ambiental, electrónica, sistemas de control, otros)*

Competencia 10.- Actuar con espíritu emprendedor. Capacidades asociadas integradas: Crear y desarrollar una visión emprendedora y crear y mantener una red de contactos.

*Aportes del OA:* La herramienta permite visualizar un campo de aplicaciones directas para las soluciones propuestas, que pueden ser transferibles al medio socio-productivo local y regional. Los proyectos propuestos desde cada cátedra o laboratorio para el ABPC pueden orientarse en esta dirección.

#### IV. CONCLUSIONES

Como ya hemos mencionado, el valor estratégico de la implementación de la planta piloto purificadora de agua como OA estaría dado por el hecho de cubrir prácticamente la totalidad de competencias genéricas definidas por el CONFEDI para el aprendizaje en la ingeniería.

Atendiendo al sentido pedagógico, el OA cumple con los requisitos de, por un lado, introducir claramente al estudiante a un tema, contenidos y nivel de dificultad bien concreto, con alta pertinencia en el marco de un aprendizaje significativo y basado en proyectos colaborativos, y por otro lado, de plantear retos y niveles de dificultades crecientes a medida que avanza en la carrera y en los distintos aspectos del diseño y funcionamiento de la planta, escalonando los saberes vinculados al qué, con el saber cómo y finalmente el saber por qué en las etapas más avanzadas.

En cuanto a las actividades prácticas y sus modalidades de evaluación el OA ofrece alternativas flexibles que en cada caso podrán adaptarse a las necesidades planteadas en el marco del desarrollo de contenidos de las diferentes cátedras vinculadas.

En este sentido, el proyecto se completa al poder avanzar en esta última fase, en la cual se diseña conjuntamente con cada cátedra vinculada el alcance de la “porción” de actividad práctica que realizarán sobre la planta piloto, por ejemplo, el cálculo del sistema de piping o la selección de una bomba de impulsión en mecánica de fluidos, o la selección y aplicación de sensores piezométricos para la medición y control de parámetros de procesos en electrónica.

Así pueden establecerse claramente las modalidades y estrategias de aprendizaje que aportará cada porción de actividad práctica, así como las competencias específicas y el saber hacer que buscará desarrollar, y las mejores estrategias de evaluación del desempeño y aprendizaje alcanzado por cada estudiante.

Por último, también podríamos concluir *a priori* que los ámbitos ideales de utilización de esta herramienta serían los laboratorios que puedan ofrecer, además de un espacio para la virtualidad, aquellos que puedan disponer de maquinaria y equipamiento para materializar los procesos diseñados y simulados previamente por los estudiantes en las distintas cátedras, a medida que avanzan en su carrera.

#### AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio LMFA y el Instituto de Investigación en Tecnología y Educación (IITE), quienes

junto a la Facultad de Ingeniería de la Universidad nacional de Lomas de Zamora promovieron y facilitaron respectivamente el desarrollo de esta investigación y la construcción de la planta piloto purificadora de agua.

Al programa de incentivos docentes para la investigación, y de Becas CIN (Consejo Interuniversitario Nacional) para estudiantes de grado, así como el programa de financiamiento de proyectos de investigación Lomas CyT de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora por sus aportes de capital humano y financiero para el desarrollo de este proyecto.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ahumada Torres, ME (2013). Las TIC en la formación basada en competencias. Revista de la Universidad de La Salle (60), 141, 157. Colombia.
- [2] Blumenfeld, P.; Soloway, E. y Marx, R. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational Psychologist. Vol. 26, pág. 369-398.
- [3] Bramati, S., Rosanigo, Z. B., López de Munain, C., & Bramati, P. (2013). Aprendizaje basado en competencias y objetos de aprendizaje. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- [4] Cobo Gonzalez, Gonzalo et al (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Pontificia Universidad Católica del Perú. ISBN 978-612-47489-4-3 Perú, 2017.
- [5] Fernández March, Amparo (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. Revista Educación Siglo XXI N°24 2006, pp 35-36. España.
- [6] Freire, Paulo (2003). Pedagogía da autonomia. 27ed Sao Paulo: Paz e terra. 148pag.
- [7] Land, S.; Greene, B. A. (2000). «Project-based learning with the world wide web: A qualitative study of resource integration». Educational Technology: Research and Development. Vol. 48, n.º 1, pág. 45-66.
- [8] Massaro, F. (2014). Proyecto Marco de mejora de la formación de ciencias exactas y naturales en la Escuela secundaria del Ministerio de Educación de la Nación Argentina 2013-2016: Proyecto Institucional de Articulación entre la UNLZ y la Escuela Secundaria en la región Conurbano Sur, para el fomento de las vocaciones científico-tecnológicas entre los ingresantes a la universidad. Proyecto “El Desafío de la Argentina”. UNLZ, 2014.
- [9] Massaro, F. (2017) Formulación de Proyecto de Beca CIN “Planta Piloto Purificadora de Agua”. Partes 1 y 2. UNLZ - Ministerio de Educación y Deportes.
- [10] Moreira, Marco (2009). Aprendizaje significativo de las ciencias: condiciones de ocurrencia, progresividad y criticidad. Memoria Académica Universidad Nacional de la Plata 2009.
- [11] Novak, J. (1998). Conocimiento y aprendizaje. Alianza Editorial, Madrid, 1998.
- [12] Pascal, O. Estayno, M. Comoglio, M, Minnaard, C. (2017). Enseñanza de la ingeniería. Desarrollo y evaluación de modelos, estrategias y tecnologías para mejorarlos indicadores académicos y la eficiencia organizacional. Proyecto acreditado FiUNLZ, 2017.
- [13] Salazar Ascencio, José (2018). Evaluación de aprendizaje significativo y estilos de aprendizaje: alcances, desafíos y propuestas en el aula. Revista Tendencias Pedagógicas N°31 Chile.
- [14] Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. En: <http://www.bie.org/pdf/researchreviewPBL.pdf> [Consultado: 01/08/2016]