



## **LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE LA UNNE. UNA EXPERIENCIA INTERDISCIPLINARIA DE FORMACIÓN.**

**Pilar, Claudia A.; Morán, Rosanna; Vedoya, Daniel**

Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del hábitat Humano (ITDAHu).  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras N° 727 – 3500.  
Resistencia – Provincia del Chaco - República Argentina.  
Tel. +54 362 4420088. E-mail: [itdahu@arq.unne.edu.ar](mailto:itdahu@arq.unne.edu.ar)

### **Resumen**

El presente trabajo expone los resultados de la experiencia didáctica llevada a cabo por la cátedra Construcciones II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, que generó un espacio académico de dictado simultáneo con la Asignatura Construcción de Edificios II, de la Facultad de Ingeniería (ambas de la Universidad Nacional del Nordeste).

Esta experiencia de conformación de un espacio de formación interdisciplinario resulta una de las pocas instancias de articulación interinstitucional a nivel de grado entre dos Facultades cuyo objeto de estudio es muy afín.

El Trabajo Práctico Integrador (TPI) resulta el eje fundamental alrededor del cual se vinculan teoría y práctica en la asignatura, con estrategias de taller que resulta un dispositivo didáctico poco habitual en la facultad de ingeniería.

Para realizar una evaluación integral de la experiencia de los años de cursado simultáneo de la asignatura en ambas carreras se ha realizado un sondeo de opinión de carácter anónimo a los alumnos de ingeniería de las últimas cinco (5) cohortes referido a la percepción de la asignatura, cuyos resultados arrojan una alta valoración de la experiencia tanto para el cursado de las materias posteriores en la carrera y, muy especialmente, para el desempeño profesional, en los casos de graduados.

**Palabras clave:** ARTICULACIÓN TEORÍA / PRÁCTICA, INNOVACIÓN, PREFABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN NO CONVENCIONAL.

### **1. Introducción**

La asignatura Construcción de Edificios II es optativa en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil y obligatoria para la orientación Proyecto y Construcción de Obras Civiles. El objeto de estudio son los sistemas constructivos industrializados (o no convencionales) con un abordaje eminentemente práctico, articulando los contenidos en un TPI que se realiza en equipos y que consiste en el diseño y resolución tecnológica de un sistema constructivo para la atención de distintos programas arquitectónicos. Esta asignatura es dictada en la sede de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la misma universidad en los horarios y días correspondientes a la asignatura Construcciones II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Dado que la carrera de ingeniería cuenta con un número limitado de alumnos y la asignatura es obligatoria solamente para una de sus orientaciones, la cantidad de alumnos que la cursan es, en general, baja. Sin embargo ha ido en constante crecimiento desde el inicio de la experiencia en 2003 hasta el presente ciclo lectivo (ver figura 1). También se observa un crecimiento y desarrollo de la calidad en las entregas del TPI, en especial en aquellos casos en que se logró la conformación de grupos mixtos con estudiantes de arquitectura e ingeniería, situación en la que fue factible lograr una sinergia entre las habilidades y destrezas de los alumnos que poseen distintos trayectos de formación.

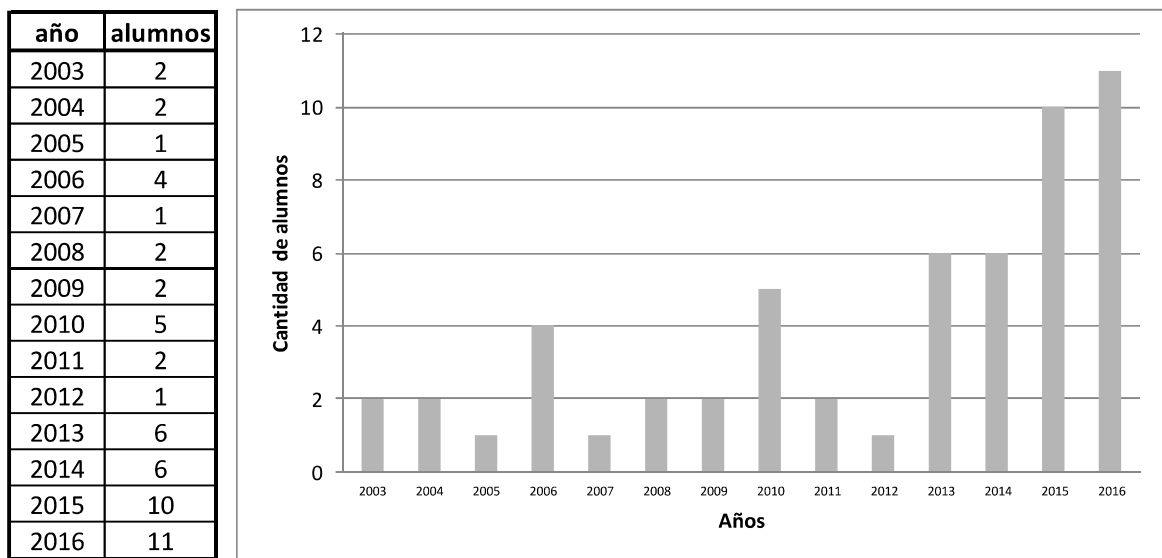


Figura 1: evolución del número de alumnos en los distintos ciclos lectivos. Fuente: elaboración propia.

Esta instancia de articulación ha sido valorada positivamente en el proceso de acreditación de la Carrera de Ingeniería, que señala esta experiencia como pionera en su tipo, destacándose la siguiente afirmación: *“parece muy acertada esta disposición de coordinar y articular en una misma actividad curricular a alumnos de Ingeniería Civil y Arquitectura, ya que les permite interactuar con otros estudiantes de carreras diferentes, y estudiar juntos iguales contenidos fijados en sus respectivos planes de estudio”*. (Informe de Evaluación CONEAU, 2004, p. 20).

## 2. Antecedentes

La materia se dicta de forma simultánea a la asignatura análoga de la carrera de arquitectura. El cursado es cuatrimestral y se realiza en un solo día de la semana con una asignación de 6 horas. Además se fija un día de tutoría para apoyo del trabajo de diseño de los alumnos, tarea a cargo de los docentes auxiliares.

El objetivo general de la asignatura es exponer de manera clara y comprensible el método de producción industrial de componentes constructivos, para ser empleados en la ejecución de diferentes tipologías edilicias. El desarrollo de esta temática contempla el análisis histórico de la evolución de los procesos constructivos, el manejo de las herramientas del diseño industrial y la aplicación del método industrial de producción en

la construcción de edificios de distintas tipologías (por ejemplo turismo, vivienda, emergencia, equipamientos urbanos, entre otros).

La principal estrategia de enseñanza que se implementa es la clase de exposición dialogada, intentando favorecer el aprendizaje significativo de los alumnos a partir de la integración a sus saberes previos, el estudio y análisis de obras construidas y la asociación de los conceptos nuevos a partir de la bibliografía recomendada. La otra gran estrategia es el desarrollo del TPI que favorece la interrelación entre teoría y práctica, e incluye la realización de un trabajo de investigación bibliográfico y de mercado y sobre todo la realización de un trabajo de diseño con instancias grupales e individuales.

El TPI se aborda desde el “Método de Desarrollo de Proyectos”, que permite establecer un vínculo distinto entre docentes y estudiantes, centrados en la resolución de un problema práctico, al mismo tiempo que se favorecen acciones colaborativas entre los distintos grupos de trabajo. El docente asume el rol de “animador” o “facilitador” del proceso de aprendizaje entendiendo que el estudiante está próximo a ser profesional y uno de los propósitos de la asignatura es colaborar en la integración de conocimientos adquiridos en el desarrollo de la carrera, tanto de tipo conceptuales como procedimentales y actitudinales (Pilar et al, 2016 a).

Si bien el dictado es presencial a partir del ciclo lectivo 2015 se habilitó el AULA VIRTUAL de la asignatura a través del Programa UNNE Virtual, usando plataforma MOODLE, cuyo principal objetivo es complementar a la actividad académica presencial, inicialmente como repositorio de material didáctico sistematizado de la asignatura pero con el objetivo de ir aumentando la preponderancia de esta herramienta, ya que favorece la igualdad en el acceso de la información y un mayor intercambio y bidireccionalidad en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La forma de evaluación prevista es la diagnóstica, la formativa y sumativa. La asignatura prevé un sistema de promoción (sin examen final) para aquellos alumnos que desarrollen en forma satisfactoria y completa el TPI y aprueben los exámenes parciales.

## **2.1. El enfoque didáctico**

Como se mencionó anteriormente el TPI constituye el eje transversal de la asignatura, donde se articula la teoría y la práctica y se logra un desarrollo simultáneo de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Las distintas entregas son etapas obligatorias no eliminatorias. En la figura 2 se expone sintéticamente un esquema de desarrollo del TPI.



Figura 2: Esquema de desarrollo de las etapas del TPI de la asignatura. Se observa la complejidad de instancias propuestas y concatenadas. Fuente: elaboración propia.

En el TPI (único, sumativo y con instancias grupales e individuales) los equipos de alumnos abordan el diseño de un sistema constructivo no convencional ya sea a través de paneles prefabricados, entramados de madera o metálicos, células tridimensionales o reutilización de contenedores marítimos.

La primera etapa incluye distintos aspectos: investigación de mercado, diseño general según la temática abordada cada año, su ajuste dimensional a partir de Sistemas Modulares de Medidas y la propuesta tecnológico – constructiva de los distintos conjuntos funcionales (fundaciones, cerramientos verticales, cubierta, etc) y todas sus vinculaciones.

En la figura 3 a la izquierda se observa un corte tecnológico desarrollado por un equipo de alumnos que muestra las vinculaciones entre los componentes del sistema tecnológico diseñado.

LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE LA UNNE. UNA EXPERIENCIA INTERDISCIPLINARIA DE FORMACIÓN.



Figura 3: Imágenes del TPI del Grupo N° 47 (comisión Arq. Pilar) conformado por alumnos de ambas carreras. Fuente: FASCIELA TOLCKMITT, Dario (estudiante de arquitectura) y AYALA, Víctor (estudiante de ingeniería), 2016.

La segunda etapa se trata del ajuste general de la tecnología planteada en la primera etapa. Para ello se solicita el análisis de las instalaciones, el desempeño higrotérmico de la envolvente y el diseño de los procesos de fabricación y montaje.

En cuanto a las instalaciones se solicita el estudio de las instalaciones eléctricas, provisión de agua, desagüe cloacal, pluvial, gas, etc. y el desarrollo exhaustivo del o los núcleo/s húmedo/s.

Con el objeto de lograr un buen desempeño higrotérmico de la envolvente se verifica la misma a partir del paquete de habitabilidad de las normas IRAM. Realizando el cálculo de Transmitancia Térmica y Riesgo de Condensaciones Superficiales e Intersticiales.

La etapa culmina con el diseño de cada uno de los componentes desde un punto de vista dimensional, estético, funcional, proponiendo su proceso de fabricación en talleres. Posteriormente se realiza el esquema del proceso de montaje en obra.

La tercera etapa se centra en la fase comunicacional. Intenta alertar a los alumnos sobre la necesidad de desarrollar competencias para la comunicación en distintos ámbitos: académicos, profesionales, comerciales, al público en general.

En la figura 3 a la derecha se observa un panel síntesis en el cual se resaltan los principales aspectos del sistema constructivo. La etapa incluye también el desarrollo de folletos de difusión y comunicación de los aspectos principales de la idea, utilizando estrategias de marketing y una Ficha Síntesis del sistema constructivo, que tiene por objetivo la conformación de un dossier anual que resuma todos los trabajos elaborados por los alumnos en el ciclo lectivo y que sirva como material de consulta de los ciclos subsiguientes.

### **3. Propósito de la investigación**

Durante quince (15) años se ha desarrollado esta experiencia didáctica interdisciplinaria que puede considerarse una innovación pedagógica. Con el objeto de realizar una evaluación integral de la misma se realizó una encuesta de carácter anónimo a los alumnos que cursaron la asignatura en los últimos años.

Esta retroalimentación, junto a las encuestas institucionales realizadas por la facultad al finalizar el cursado y el análisis de las producciones de los alumnos, conformó un cuerpo de análisis que permitió una evaluación institucional desde la cátedra sobre la experiencia.

### **4. Metodología de abordaje**

Para conocer la opinión de los alumnos en temáticas más específicas que la encuesta institucional que realiza la facultad al finalizar el cursado, se realizó mediante un formulario de Google Drive (encuesta on – line gratuita para quienes poseen cuentas de correo en Gmail) una encuesta a los alumnos que cursaron la asignatura en los últimos 5 años. Asimismo se consideró oportuna la posibilidad de conocer su valoración de la materia en una perspectiva temporal más amplia, luego de haber transitado otra parte de su trayecto de formación o haberse graduado e iniciar su actividad profesional.

Como se observa en la figura 4 la encuesta de carácter consistió en preguntas concretas referidas a su experiencia en el cursado de la asignatura, enfocadas sobre todo a la componente de interdisciplinariedad.

El número de respuestas obtenidas ronda el 33% de los alumnos, por lo que se considera representativa la muestra.

### Construcción de Edificios II

Estimado ex alumno:

Con el objetivo de realizar una evaluación integral de la experiencia de dictado de la asignatura de forma simultánea para alumnos de las carreras de arquitectura e ingeniería, agradeceremos la contestación de la siguiente encuesta de carácter anónimo. Muchas gracias!

<p>¿Considera la experiencia como positiva en su trayecto de formación?</p> <p><input type="radio"/> SI</p> <p><input type="radio"/> NO</p> <p>¿Por qué?</p> <p>Tu respuesta</p> <p>¿Cuáles fueron las principales dificultades a las que se enfrentó?</p> <p>Tu respuesta</p> <p>¿Es graduado?</p> <p><input type="radio"/> SI</p> <p><input type="radio"/> NO</p> <p>Si es graduado: ¿considera que la asignatura ha sido un aporte para su práctica profesional, ya sea desde el punto de vista de los contenidos, la metodología o las herramientas que se desarrollaron?</p> <p><input type="radio"/> SI</p> <p><input type="radio"/> NO</p> <p>Si es alumno (no graduado aun) ¿considera que la asignatura ha sido un aporte para el abordaje de otras asignaturas, ya sea desde el punto de vista de los contenidos, la metodología o las herramientas que se desarrollaron?</p> <p><input type="radio"/> SI</p> <p><input type="radio"/> NO</p>	<p>-Para la realización del trabajo práctico en la asignatura su equipo de trabajo ¿se conformó con alumnos de ambas carreras?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>En caso afirmativo ¿Cuál fue su experiencia?</p> <p>Tu respuesta</p> <p>¿Tuvo otras oportunidades de trabajo interdisciplinario durante su trayecto de formación?</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Considera que la experiencia de interdisciplinariedad ha sido de utilidad para otras materias o para la actividad profesional?</p> <p><input type="radio"/> SI</p> <p><input type="radio"/> No</p> <p>¿Por qué?</p> <p>Tu respuesta</p> <p>¿Qué sugerencias de mejora realizaría a la asignatura?</p> <p>Tu respuesta</p>
---	---

Figura 4: modelo de encuesta anónima realizada a los ex alumnos de los últimos 5 años de dictado. Fuente: encuesta de Google. Elaboración propia.

## 5. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos muestran en general una alta valoración de los alumnos en relación al cursado de la asignatura.

A la pregunta ¿Considera la experiencia como positiva en su trayecto de formación? El 100% de los encuestados respondió que sí. Algunos de los motivos explicitados han sido los siguientes:

- *Porque ayuda a ver, interpretar necesidades, y analizar cómo se realizan en la "realidad" los proyectos constructivos.*
- *Porque me planteó desafíos constructivos que no me hubiera surgido de otra manera, y me llevo a evaluar alternativas a la hora de diseñar o proyectar.*
- *Permite una relación con colegas de arquitectura, lo que favorece la incorporación de conceptos y herramientas que en nuestra formación como ingenieros no la tenemos.*
- *El sistema modular, no lo conocía y ayuda a tener otro punto de vista.*

- *Me permitió conocer la construcción no tradicional.*
- *Resultaron indispensables los conceptos aprendidos al momento de empezar a trabajar en una empresa constructora.*
- *Porque adquirí nuevos conocimientos respecto a la construcción modulada*

A la pregunta ¿Cuáles fueron las principales dificultades a las que se enfrentó?, las respuestas más relevantes giraron en torno al desconocimiento de los alumnos de ingeniería sobre manejo de software de dibujo y el tiempo acotado en el cual deben resolver esa carencia. Se transcriben algunas respuestas:

- *Manejo de software*
- *Acotarse a las consignas y necesidades de los proyectos, uso de programas digitales para visualizar los detalles.*
- *La falta de conocimiento en programas para graficar las ideas, sumar esos conceptos y puntos de vista, como también aprender programas de diseño, son importantes, pero el tiempo para ello es muy poco... y se ve reflejado en nuestro trabajo a lo largo del cuatrimestre.*

No todos los comentarios han sido positivos y a través de la encuesta de carácter anónimo un alumno contestó:

- *El seguimiento de los prácticos, se hace muy lento el sistema de corrección con la cantidad de alumnos que hay en arquitectura. Ya que nosotros somos de ingeniería. Debería dictarse por separado cada carrera o tener otro sistema de corrección.*

Este comentario revela la falencia que en algunos ciclos lectivos se vivieron por una baja relación docente/alumno.

El 100% de los alumnos ya graduados respondieron que consideran que la asignatura ha sido un aporte para su práctica profesional, ya sea desde el punto de vista de los contenidos, la metodología o las herramientas que se desarrollaron.

De los que aún son alumnos el 71,6 % considera que la asignatura ha sido un aporte para el abordaje de otras asignaturas, ya sea desde el punto de vista de los contenidos, la metodología o las herramientas que se desarrollaron.

A la pregunta “cuál fue su experiencia en caso de haber conformado equipo con alumnos de arquitectura” algunas de las respuestas más relevantes fueron:

- *Mis compañeras arquitectas, dedicaban más tiempo para los dibujos o nivel de presentación. mientras que yo pensaba más en el sistema de vinculación. y constructivamente.*
- *Es bueno para el trabajo en grupo con diferentes profesionales, que se va a dar en la vida profesional.*
- *Me permitió conocer otro punto de vista en cuanto a diseño, colores, espacios, materiales.*



- *Me sirvió para aprender a trabajar en grupo interdisciplinario*

A la pregunta ¿Qué sugerencias de mejora realizaría a la asignatura? Las respuestas más relevantes han sido:

- *Fomentar los grupos interdisciplinarios, clases prácticas con presencia y resolución de problemas.*
- *Que expliquen o al menos nombren los programas con los que podemos graficar o materializar nuestras ideas.*
- *Nuestra formación en la facultad de ingeniería está orientada a otras áreas, y las materias de arquitectura que tenemos no nos aportan tanto criterio ni nos "enseñan", más que a prueba y error propio. Creo que darle un marco más teórico o presentación de ejemplos y modelos, con explicaciones sobre el tema, nos despejaría más dudas y abriría más a la creatividad.*
- *Mejorar el sistema de corrección de prácticos, hemos perdido horas esperando a ser atendidos.*
- *Que pida a los alumnos trabajar más con todos los sistemas constructivos (que el trabajo práctico no sea solo de un tipo de sistema)*

Entre las sugerencias nuevamente surgen las carencias de los alumnos de ingeniería en relación al manejo de software de graficación y limitaciones o dificultades para comprender la metodología de taller como un aprendizaje basado no solo en los aciertos, sino también en los errores. Se toma esta sugerencia desde la asignatura para mejorar este aspecto, sistematizando los pasos metodológicos en el proceso de diseño, preservando cierta libertad que favorezca la creatividad.

## **6. La interdisciplinariedad**

La Arquitectura y la Ingeniería son áreas disciplinares cuyos saberes se solapan y complementan, sin embargo no existen suficientes instancias académicas que favorezcan esta integración. La actividad profesional requiere de habilidades para trabajar en equipos interdisciplinarios, por lo que anticipar esta situación en el trayecto de formación, resulta beneficiosa para los futuros ingenieros y arquitectos.

La interdisciplinariedad exige que cada uno de los que intervenga tenga competencia en su propia disciplina y un cierto conocimiento de los contenidos y métodos de las otras, y permite un mejor tratamiento de los problemas prácticos y una mejor respuesta a problemas complejos.

La construcción no convencional convoca la perspectiva de la ingeniería (mediante resoluciones tecnológicas, constructivas y estructurales más precisas) y de la arquitectura (que le otorga además de esa faceta, la visión funcional y estética). Existen otras disciplinas vinculadas como ser la economía y el marketing, siendo la estrategia propuesta para complementar esta visión, la organización de clases especiales dictadas por expertos en esos temas.

Si bien desde la asignatura se promueve la conformación de equipos con alumnos de ambas carreras, esta situación resulta dificultosa de concretar en la práctica, dado que los horarios de cursado y la realización de tareas académicas fuera de la universidad no son

coincidentes en ambas carreras. Los casos en que se lograron la conformación de equipos de ambas carreras surgieron como consecuencia de relaciones interpersonales preexistentes (familiares o de amistad).

A pesar de ser pocos (aproximadamente un 25% de los grupos) son justamente estos casos los que lograron los mejores resultados en la elaboración de los trabajos prácticos, dada la sinergia lograda entre las dos matrices disciplinares y trayectos de formación.

## 7. Conclusiones

La construcción no convencional representa un espacio teórico práctico cuyo abordaje interdisciplinario resulta deseable.

La oportunidad de trabajar en equipos de alumnos de distintas carreras si bien es valorada positivamente tanto por el cuerpo docente como por los propios alumnos, se ve restringida por diversas cuestiones de índole práctica y también metodológica. Sin embargo aquellos casos en los que se logró superar esas limitaciones, se observan los mejores resultados tanto en el proceso de diseño como en el producto final al que se arriba.

Las sugerencias señaladas por los alumnos de ingeniería para la mejora en el dictado de la materia se centran principalmente en las carencias de herramientas para la graficación que poseen. Para subsanar estas dificultades la cátedra implementará talleres extracurriculares que aseguren una nivelación mínima en cuanto a esta herramienta fundamental para la comunicación de ideas por parte de los alumnos de ingeniería.

La experiencia llevada a cabo por la asignatura durante quince (15) años consecutivos deja un saldo positivo que se plasma en la alta valoración de los ex alumnos sobre el impacto que ha tenido en su trayecto de formación.

## 8. Referencias Bibliográficas

ANDER-EGG, E. *Interdisciplinariedad en educación*. Magisterio del Río de la Plata, 1994.

COSTA DURAN, Sergi. *New Prefab*. Reeditar Libros, 2009.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EDUCATIVO. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. El método de proyectos como técnica didáctica. En “Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño”. Disponible en <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/>.

MAC DONNELL, H. y MAC DONNELL, H. P. *Manual de Construcción Industrializada*. I.S.B.N. 987-97522-3-6. REVISTA VIVIENDA SRL. Buenos Aires. Argentina. 2004

MARTÍ, J. A.; HEYDRICH, M.; ROJAS, M.; HERNÁNDEZ, A. Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, vol. 46, núm. 158, abril-junio, 2010, pp. 11-21. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. 2010.

MIGUET, Josep M (Ed.) *Prefab Design*. Ed. Monsa, 2006.

PILAR, C.; MORAN, R.; VEDOYA, D. *Sistemas constructivos industrializados para la resolución de equipamientos en situación de catástrofe*. *Revista ARQUITECNO* N° 8. Ediciones del ITDAHu. Corrientes, Argentina. Página 60 a 67. 2016.

PILAR, C.; MORAN, R.; VEDOYA, D. *Rediseño de prototipos PRO.CRE.AR. mediante sistemas constructivos industrializados*. VIII Creta Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura de la Red Regional de Tecnología de las Facultades de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan. San Juan, 2016.

VEDOYA, Daniel Edgardo. *La tecnología Nuestra de Cada Día*. Corrientes: Ediciones del I.T.D.A.Hu. (F.A.U.-U.N.N.E.) 2001.