

# Análisis del Impacto en la Implementación de una Planificación Basada en Formación por Competencias, en Carreras de Ingeniería

## Analysis of the Impact of Implementing Competency-Based Training in Engineering Degree Programs

Presentación: xx/10/2024

### **Lucia Rumi**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca (UTN FRBB)  
luciarumi@frbb.utn.edu.ar

### **Montero, María Cecilia**

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca  
monteromc@gmail.com

### **Escobar del Valle, Angélica Yamila**

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bahía Blanca  
escobaryamila91@gmail.com

### **Resumen**

Este trabajo se enmarca en un proyecto de investigación que tiene como objetivo analizar la implementación y seguimiento de la propuesta de formación por competencias en el contexto de las adecuaciones de los diseños curriculares de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). En este caso, se presentan los resultados de la implementación gradual de las planificaciones basadas en Formación por Competencias (FPC) y Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) en una asignatura del tercer año de la carrera de Ingeniería Civil.

La adecuación de la planificación en esta asignatura comenzó con la definición de la tributación de competencias genéricas y específicas de la carrera, de acuerdo con lo establecido en el nuevo Diseño Curricular de Carrera (Ord. 1853/2022), y el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Bahía Blanca. Luego se delinearon los Resultados de Aprendizaje (RA), a partir de los cuales pudieron diseñar las estrategias de enseñanza-aprendizaje y el sistema de evaluación.

En este trabajo se analizan los primeros resultados de la implementación de la planificación propuesta en la asignatura Tecnología del Hormigón.

Palabras clave: Portafolios de evidencias, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Formación por Competencias (FPC), Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE)

### **Abstract**

This work is part of a research project aimed at analyzing the implementation and monitoring of the competency-based training proposal within the framework of the curricular adjustments of the National Technological University (UTN). In this case, the results of the gradual implementation of competency-based training (CBT) and student-centered learning (SCL) plans in a third-year course of the Civil Engineering program are presented.

The adjustment of the planning in this course began with the definition of the contribution of generic and specific competencies of the program, in accordance with the new Curricular Design (Ord. 1853/2022) and the

Civil Engineering Department of the Bahía Blanca Regional Faculty. Learning Outcomes (LO) were then outlined, from which the teaching-learning strategies and evaluation system could be designed.

This paper analyzes the initial results of the proposed planning implementation.

**Keywords:** Evidence Portfolios, Problem-Based Learning (PBL), Competency-Based Training (CBT), Student-Centered Education (SCE)

## Introducción

El ACE implica la organización de los procesos formativos para que los y las estudiantes sean protagonistas y descubridores de sus aprendizajes, desde su propio interés y motivación. Esto se lleva a cabo a través de una organización curricular que promueve el desarrollo de experiencias activas que articulan los saberes conceptuales, prácticos y actitudinales en una interacción permanente entre estudiantes y profesores en relación con problemáticas crecientes de la profesión. Este enfoque se centra en lo que el estudiantado hace para aprender, en tanto el cuerpo docente pasa a ser guía o facilitador, organizando las secuencias didácticas y evaluativas, tendientes a favorecer ese desempeño protagónico y competente de los y las estudiantes según los RA esperados (Cukierman, 2018). Algunas características del ACE son: la sujeción a un aprendizaje más activo que pasivo, un énfasis en el aprendizaje profundo y la comprensión, un incremento en la responsabilidad del estudiante, un incremento en el sentido de la autonomía del estudiante, una interdependencia entre el profesor y el estudiante, respeto mutuo en el marco de la relación estudiante-profesor, y un abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante (Cukierman, 2018).

La FPC implica situaciones de aprendizaje con actividades que combinan conocimientos, habilidades, actitudes y valores con la finalidad de adquirir capacidades de orden superior para resolver situaciones problemáticas en contextos particulares. Promueve el desarrollo integral de la persona, a partir de desempeños pertinentes y concretos, respondiendo a problemáticas situadas, que ponen en acción saberes y capacidades vinculadas con las dimensiones cognitiva, emocional, actitudinal, profesional, social y cultural (Tobón, 2015).

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en 2018 aprobó la Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina, donde se definieron las Competencias Genéricas y Específicas, necesarias para asegurar el perfil de egreso de un estudiante de ingeniería. La UTN viene acompañando este proceso con acciones de formación de su plantel docente y participando de los análisis de las Actividades Reservadas y Competencias de cada terminal y del rediseño de sus planes formativos. En 2022, el Consejo Superior de UTN aprobó las Resoluciones para la nueva “adecuación de los Diseños Curriculares” de cada una de las carreras de Ingeniería. En línea con esto se concibió el nuevo Diseño Curricular para la Carrera de Ingeniería Civil (Ord. CS 1853/2022), y luego se emitió la Resolución CS 976/2021 con los lineamientos mínimos para la elaboración de las nuevas Planificaciones de Actividades Académicas. Finalmente, la UTN FRBB promulgó la Resolución 221 y 329/2022 con el modelo de Planificaciones institucional propio, basado en el modelo de FPC.

A partir de estos nuevos lineamientos se reformularon las planificaciones de asignaturas en la facultad. En este trabajo se analiza la implementación de la planificación basada en FPC y ACE para la asignatura Tecnología del Hormigón, situada en el tercer nivel de la carrera de Ingeniería Civil. De acuerdo con el Diseño Curricular Ord. 1853/2022, y la propuesta del Departamento de Ingeniería Civil de esta Facultad se propone que la materia tribute a las siguientes competencias:

Competencias específicas (CE)	CE01	CE03	CE04	CE06	CE08	CE18	CE19
<b>Tributación</b>	Nivel 2 (medio)	Nivel 2 (medio)	Nivel 2 (medio)	Nivel 1 (bajo)	Nivel 3 (alto)	Nivel 1 (bajo)	Nivel 3 (alto)

Tabla 1: Competencias Específicas a las que tributa la asignatura Tecnología del Hormigón

Competencias genéricas (CG)	CG3	CG5	CG7	CG9
Tributación	Nivel 1 (bajo)	Nivel 2 (medio)	Nivel 2 (medio)	Nivel 2 (medio)

Tabla 2: Competencias Genéricas a las que tributa la asignatura Tecnología del Hormigón

Antes de la adecuación final de la planificación, la asignatura tuvo un proceso de transición durante el cuál se incorporaron actividades formativas diseñadas bajo los aspectos señalados de FPC y ACE. Este proceso fue estudiado dentro del Proyecto de Investigación “*Evaluación de la formación y el desarrollo de competencias en ingenierías*” concluido en diciembre de 2023. Este proyecto derivó en el surgimiento de otro que inició este año (*Ánalisis de la implementación y seguimiento de la propuesta de formación por competencias en el contexto de las adecuaciones de los diseños curriculares de la Universidad Tecnológica Nacional*) y dentro del cuál se enmarca el presente trabajo. Cabe destacar que en esta instancia se muestran resultados preliminares, en concordancia con la etapa inicial del proyecto mencionado.

## Desarrollo

A partir de las competencias mencionadas anteriormente, y el propósito general de la asignatura, se propusieron tres Resultados de Aprendizaje (RA):

- RA1: *Analiza los materiales constituyentes del hormigón para seleccionar los más apropiados, decidiendo si el material es apto o no, mediante ensayos de laboratorio bajo normativas.*
- RA2: *Planifica obras de hormigón nuevas teniendo en cuenta las etapas de preparación, transporte, colocación, terminación, curado y protección del hormigón para diferentes zonas y tipologías estructurales*
- RA3: *Evaluá obras de hormigón existentes para certificar el estado de funcionamiento y proponer intervenciones para su mantenimiento, rehabilitación y/o demolición comprendiendo los procesos patológicos que pueden estar sucediendo, priorizando la extensión de la vida útil.*

El desarrollo de estos RA se da de manera secuencial, comenzando por el primero y avanzando con el segundo y luego el tercero, estableciendo niveles de dificultad crecientes como puede evidenciarse en el uso de los verbos. El cursado de la asignatura se divide en tres etapas bien delimitadas, una por cada RA, generándose un recorrido espiralado que permite retomar, practicar y evaluar las mismas competencias en varias oportunidades. A partir de esta idea se diseñaron tanto las estrategias de enseñanza como las de evaluación y las condiciones de aprobación directa y no directa.

La propuesta pedagógica se lleva a cabo mediante un proyecto integrador, presentado a través de un portafolio de evidencias. El trabajo consiste en la resolución de un proyecto de una obra de hormigón, teniendo en cuenta las variables y problemáticas con las que podría encontrarse el futuro ingeniero ejerciendo la profesión, analizando todas las etapas de su ciclo de vida. De manera individual, cada estudiante recibe al inicio una consigna con una tipología estructural y una ubicación diferente dentro de nuestro país. Luego, mediante consignas progresivas, por etapas, los y las alumnos registrarán, de todas las maneras que se considere, la evidencia recabada tanto de la información obtenida en su investigación personal, como de las herramientas brindadas la cátedra, para completar dicho portafolios.

Si bien se trata de un proyecto individual, se promueve el trabajo colaborativo, primero de manera guiada, a través de actividades en las que se reúnen quienes tienen tipologías similares, o quienes tienen ubicaciones similares, para establecer puntos en común y diferencias. Luego, esta metodología de trabajo se va dando intuitiva y genuina por parte de los estudiantes.

Se realizan entregas parciales del trabajo que son evaluadas por docentes, coevaluadas por compañeros y autoevaluadas por cada uno. Cada nueva etapa puede afectar lo trabajado anteriormente, por eso es que definimos el proceso como espiralado. Se retoma y se replantea lo elaborado en etapas anteriores.

Por las características especificadas podría encuadrarse dentro de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Partimos de un problema de la realidad que no tiene una única respuesta. Se promueve un análisis crítico para la búsqueda de alternativas de solución. Se fomenta el trabajo colaborativo entre estudiantes, a partir de diversas propuestas presentadas a lo largo del cursado de la asignatura. El equipo

docente asume el rol de acompañar y guiar el proceso, dejando a los y las estudiantes como protagonistas de sus procesos de aprendizaje.

A modo de ejemplo se muestra, a través de las siguientes tablas, las competencias, actividades formativas y estrategias de evaluación relacionadas con el desarrollo del RA1.

Actividades Formativas	CE01	CE03	CE06	CE19	CG5	CG7
Prácticas de laboratorio			X			
Charla técnica	X	X			X	
Ejercicios con autocorrección	X		X			
Uso del aplicativo online para la dosificación de hormigones				X		
Aula invertida	X	X		X		X
Primera etapa del trabajo integrador	X	X	X	X	X	X

Tabla 3: Actividades formativas correspondientes al RA1, y su relación con las competencias a desarrollar

Actividades Formativas	Descripción	Evaluación
<b>Prácticas de laboratorio</b>	Caracterización de materiales componentes	Seguimiento y observación en clase. Los resultados se volcarán en el proyecto integrador.
<b>Charla técnica</b>	Charla técnica sobre uso de aditivos para hormigones	Cuestionario de comprensión de la charla en el AV.
<b>Ejercicios con autocorrección</b>	caracterización de agregados y dosificación de hormigones	Autocorrección a través de cuestionarios estructurado de respuesta numérica en el Aula Virtual. Resultado al finalizar el intento. Número ilimitado de intentos.
<b>Uso del aplicativo online para la dosificación de hormigones</b>	Dosificación de hormigones utilizando el aplicativo online del ICPA	Consulta en clase y a través de foros en el AV, donde los compañeros podrán hacer sus aportes. Los resultados y el procedimiento se volcarán en el proyecto integrador.
<b>Aula invertida</b>	Aula invertida: Material de lectura y audiovisual + Cuestionario de comprensión de los temas vistos	Cuestionario de comprensión de los temas vistos
<b>Primera etapa del trabajo integrador</b>	Temas primera etapa	Auto y coevaluación / recurso taller / rúbrica. Heteroevaluación / recurso tarea / rúbrica y grilla de evaluación.

Tabla 4: Descripción de las actividades formativas y las metodologías de evaluación diseñadas para el desarrollo del RA1

De la misma manera se realizó la planificación de actividades formativas y estrategias de evaluación para los restantes RA, complementando con la tributación al resto de las competencias mencionadas al principio.

Como se describió anteriormente, el proyecto se presenta a través de un portafolio de evidencias, donde cada estudiante va recopilando, seleccionando, analizando y reflexionando sobre cada una de las actividades formativas propuestas, en relación con el proyecto particular que le toca desarrollar. Estas actividades incluyen propuestas centradas en el estudiante diversas, con metodologías que tienden a desarrollar competencias como ser:

- *Aula invertida*
- *Prácticas de laboratorio*
- *Actividades de intercambio para promover el trabajo colaborativo*

- *Charlas técnicas y clases especiales con especialistas en diferentes áreas*
- *Ejercicios con sistemas de autocorrección*
- *Dosificación de hormigones: Ejercicios prácticos resueltos de manera colectiva / Utilización del aplicativo online del ICPA*
- *Visita a planta dosificadora de hormigón*
- *Visita de obra autogestionada por grupos pequeños*
- *Estudio de casos de diferentes obras de hormigón para analizar patologías*

Con la información cada estudiante va recabando y los desarrollos que genera a lo largo del cuatrimestre deberá confeccionar un portfolio donde dé cuenta de la información recolectada, justificando los motivos de las decisiones que haya tomado. Se realizan 3 entregas, una al finalizar cada etapa. En la segunda y tercera entrega se deberá reelaborar lo entregado en la etapa anterior e incorporar lo visto en la actual. La entrega se realiza a través del recurso taller del Aula Virtual. Este recurso permite realizar coevaluaciones asignadas de manera aleatoria y también autoevaluaciones del propio trabajo. Cada estudiante deberá valorar el trabajo realizado hasta el momento por su compañera/o con el objeto de:

- *Controlar si responde a todas las consignas propuestas hasta el momento.*
- *Proponer aportes o cambios a las propuestas realizadas.*
- *Reconocer elementos del desarrollo del informe que puedan ser de aporte para el propio trabajo.*

Para ello cuentan con una rúbrica de evaluación inserta en el mismo recurso del Aula Virtual.

La Heteroevaluación de los proyectos por parte del equipo docente se realiza a partir de la entrega del mismo trabajo en el recurso tarea del Aula Virtual. Este recurso permite, por un lado, la corrección de un archivo PDF añadiendo comentarios directamente sobre el trabajo del estudiante sin requerir un software adicional. A su vez puede incorporarse un archivo de retroalimentación, que, en este caso, se utiliza para adjuntar la grilla de evaluación del mismo trabajo. La grilla permite marcar punto a punto el cumplimiento de los requerimientos mínimos incluidos en cada consigna. Por último, y de manera complementaria a la grilla, se evalúa a través de una rúbrica similar a la utilizada por los estudiantes para las auto y coevaluaciones.

La propuesta descripta asegura un sistema de evaluación de proceso, continuo y formativo. Cambiando la lógica de la evaluación como método de acreditación o certificación de lo aprendido a un sistema de evaluación que forma parte del proceso de aprendizaje y promueve el desarrollo de competencias, tanto genéricas como específicas.

## Resultados

Para evaluar los resultados de la implementación de las metodologías expuestas se tomaron como referencia los tres últimos años. No se tuvieron en cuenta los años 2020 y 2021 porque la modalidad de cursado, por motivos del aislamiento preventivo obligatorio por la pandemia por Covid 19, no resulta representativa para este estudio.

En el año 2022 la modalidad de cursado era más bien tradicional con instancias de evaluaciones parciales teórico prácticas que tenían un peso relevante en las condiciones de cursado y Aprobación Directa (AD) de la asignatura, en conjunto con la presentación de Trabajos Prácticos de Laboratorio por Unidades Temáticas. En 2023 se comenzaron a incorporar algunas de las actividades propuestas a través de la implementación del proyecto integrador, pero con menos instancias de entregas y coevaluaciones por pares. Ya en 2024 la implementación de la planificación fue plena.

Se analiza, entonces, la cantidad de estudiantes inscriptos a la materia para los tres últimos años, discriminando quienes se dieron de baja (ya sea por haber perdido el cursado de la asignatura o por haberla abandonado), y el total de cursados aprobados, incluyendo a quienes accedieron a la AD.

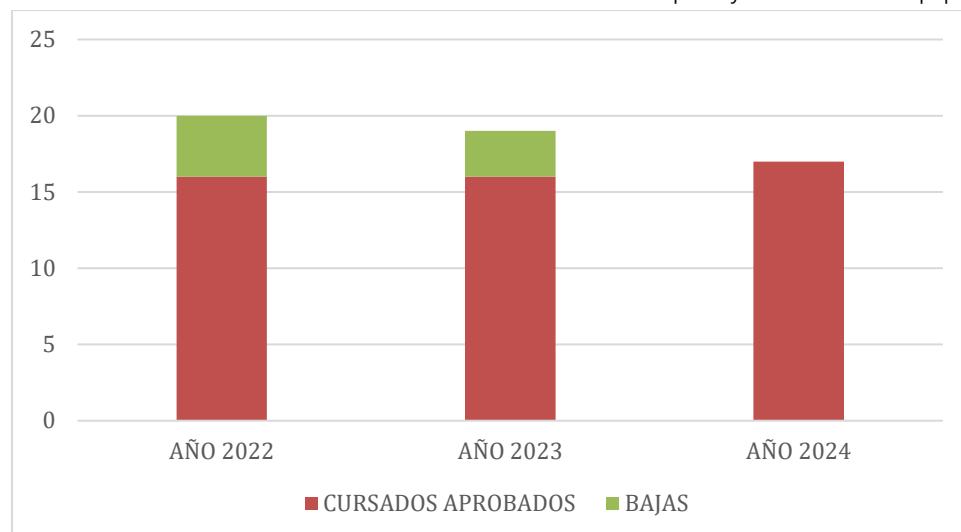


Figura 1: cantidad de estudiantes con cursados aprobados y dados de baja, sobre los inscriptos totales en los últimos 3 años de dictado de la asignatura.

A partir de este gráfico se puede observar que, a pesar de que la cantidad de inscriptos fue disminuyendo (por causas externas a la asignatura), el número de estudiantes que aprobaron el cursado aumentó, alcanzando el mínimo nivel de deserción de los últimos años (deserción cero).

Analizando más en profundidad dentro del grupo de estudiantes que aprobaron el cursado de la asignatura, podríamos dividirlos entre quienes accedieron a la AD de la misma y quienes no (estos últimos teniendo que rendir el examen final para completar la acreditación de la materia).



Figura 2: Análisis comparativo entre la cantidad de estudiantes que accedieron a la aprobación directa de la asignatura en los últimos 3 años.

A partir de lo expuesto se observa el aumento notorio de estudiantes que accedieron a la AD de la asignatura durante el cursado de la misma en el último año, en comparación con los años anteriores. De los gráficos mostrados se destaca la predominancia de estudiantes que accedieron a la AD dentro del período de cursado de la materia en el último año.

## Conclusiones

A partir del análisis de los resultados expuestos surge que implementación de estas metodologías ha resultado sumamente positiva. De manera general, los y las estudiantes se muestran mucho más motivados y activos en el desarrollo de cada una de las actividades propuestas, destacando que encuentran la vinculación

directa con el trabajo integrador, y con su actividad como futuros profesionales. Asimismo, expresan que, al tratarse de un problema abierto, con múltiples soluciones, en el que tienen que tomar decisiones y fundamentarlas, siendo ésta una asignatura de mitad de carrera, con pocas o nulas experiencias anteriores de este tipo, el interés aumenta de manera notoria. Por otro lado, es de destacar la cantidad de interacciones entre estudiantes y con profesionales externos que favorece tanto el trabajo autónomo como el colaborativo, por ejemplo, en las devoluciones que se dan a través de las coevaluaciones. Citamos a continuación algunas de las reflexiones brindadas en las co y autoevaluaciones:

*“aprendí sobre la importancia y relevancia de siempre buscar alternativas a lo planteado inicialmente, sea cual sea el caso, muchas veces se puede encontrar una solución más eficiente a un problema. El intercambio de opiniones con compañeros es de gran ayuda ya que un mismo problema al ser estudiado de diferentes puntos de vista se puede llegar a una solución más clara.”*

*“considero que es la mejor forma en la que se nos podría haber evaluado, porque permitió conocer los elementos que rodean al hormigón de una manera lo suficientemente profunda como para entenderlos y ser capaz de escogerlos con buen juicio y criterio”*

*“creo que es importante seguir incorporando las coevaluaciones con compañeros. Esto no solo fomenta el estudio del trabajo de los demás, sino que también, para poder corregir de manera adecuada, es necesario entender el tema, lo cual se logra investigando. Intercambiar trabajos permite tanto al evaluador como a evaluado aprender y guiarse mutuamente desde la misma posición de aprendizaje.”*

*“Creo que la idea de un trabajo que integre todos los contenidos hace que el estudiante se relacione con la temática y no solo utilice las fuentes de información brindadas por la catedra, sino que busque respuestas por otros medios.*

*“Es un trabajo muy entretenido, que te pone en el lugar de futuro profesional”*

Estas reflexiones sustentan lo registrado a través del análisis de resultados expuesto. Los primeros resultados evaluados indican que la implementación de metodologías de FPC y ACE pueden marcar una diferencia en el tránsito de los estudiantes por las carreras, minimizando los fenómenos de deserción y desgranamiento que tanto preocupan.

En los siguientes años se profundizará el análisis con el objetivo de mejorar las propuestas y brindar resultados con mayor cantidad de datos.

## Referencias

Consejo Superior UTN (2021). Resolución 976. Orientaciones sobre las Planificaciones Anuales de Actividades Académicas. Buenos Aires, UTN.

Consejo Directivo UTN FRBB (2022). Resolución 221. Orientaciones sobre las Planificaciones Anuales de Actividades Académicas. Bahía Blanca, UTN FRBB

Consejo Superior UTN (2022). Ordenanza N° 1853 Diseño Curricular de Ingeniería Civil.

Cukierman, Uriel R. (2018). Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería. Buenos Aires: Centro de Investigación e Innovación Educativa; Facultad Regional Buenos Aires; Universidad Tecnológica Nacional.

Tobón, S (2015) Formación Basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá, Ecoe. Ubicado el 10/9/2024 en <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/07/Tobon-S.-Formacion-basada-en-competencias.pdf>