

INNOVACIÓN DOCENTE EN REACTORES BIOQUÍMICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍA PARA LA FORMACIÓN DE INNOVADORES TECNOLÓGICOS, JUSTFAIL.

Christian Vergara, Universidad de La Frontera, christian.vergara@ufrontera.cl
Carlos Isaacs Bornand, Universidad de La Frontera, carlos.isaacs@ufrontera.cl
Belén Conejeros Lagos, Universidad de La Frontera, belen.conejeros@ufrontera.cl

RESUMEN

En la asignatura Reactores Bioquímicos dictado a la carrera de Ingeniería Civil Industrial mención Bioprocesos de la Universidad de La Frontera, se realizó una innovación docente que buscaba que estudiantes aplicaran los conceptos de cinética de crecimiento microbiano y enzimático, evaluados previamente de manera teórica con un 39% de aprobación. Utilizando la metodología JustFAIL, los estudiantes tuvieron una semana para producir yogurt en biorreactores caseros, finalizando la actividad con una visita industrial a Surlat. Al comenzar y finalizar la actividad, se aplicó una pauta de percepción de aprendizaje (KPSI). Los resultados arrojaron que posterior al desarrollo de la actividad, el 92% de los estudiantes considera que “podría explicarle a alguien” cómo producir yogurt. Respecto a la cinética de crecimiento microbiano y su relación con la producción de yogurt, el 56% de los estudiantes considera que “lo sabe bien” o “podría explicárselo a alguien”, a pesar que el 100% de ellos “no sabía” o “sabía algo” al comenzar la actividad. Desde el punto de vista cualitativo, una de las observaciones más relevantes fue que, con respecto a años anteriores, los estudiantes incrementaron sustantivamente la cantidad y calidad de las preguntas las que estaban relacionadas a profundizar el conocimiento para solucionar sus propios prototipos caseros.

PALABRAS CLAVES: Reactores Bioquímicos, Competencias I+E, Metodologías Formación para la Ingeniería, Aprendizaje Experiencial, KPSI.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo estamos diseñando las clases para que a los estudiantes le haga sentido en su proceso formativo? ¿Cuánto valor agregan éstas, considerando que la mayoría de los estudiantes, por no decir todos, tienen acceso a la información en tiempo real desde su dispositivo móvil? ¿Cuánto de lo que enseñó el estudiante es capaz de relacionar con el mundo real?

“El conocimiento no agrega valor, es gratis como el aire y el agua. Al mundo no le importa lo que saben, sino lo que pueden hacer con lo que saben”. Tony Wagner, autor del libro *Creando Innovadores*, plantea que no es suficiente que las universidades se enfoquen en el Desarrollo de las competencias de Innovación y Emprendimiento, es necesario que se produzcan en un contexto donde el juego se relacione con la pasión y sobre todo con un propósito para que se produzca un aprendizaje significativo de cara a la Innovación.

De cara a los procesos formativos de innovación, es necesario que los jóvenes sean desafiados con un propósito donde se acostumbren a fallar, mejorando con ello la tolerancia al riesgo. Que se atrevan a plantear nuevas soluciones, pero que además sean capaces de concretarlas en prototipos. Kolb, en su ciclo experiencial (figura 1), plantea que el aprendizaje significativo debe ser abordado desde una experiencia concreta, que permita al estudiante sentir, para luego

El Desafío de la interdisciplinariedad en la Ingeniería y su Impacto en la Formación Profesional

reflexionar respecto a ello, ingresando en una siguiente etapa que le permita conceptualizar desde sus vivencias para aplicarlo finalmente en un contexto real.

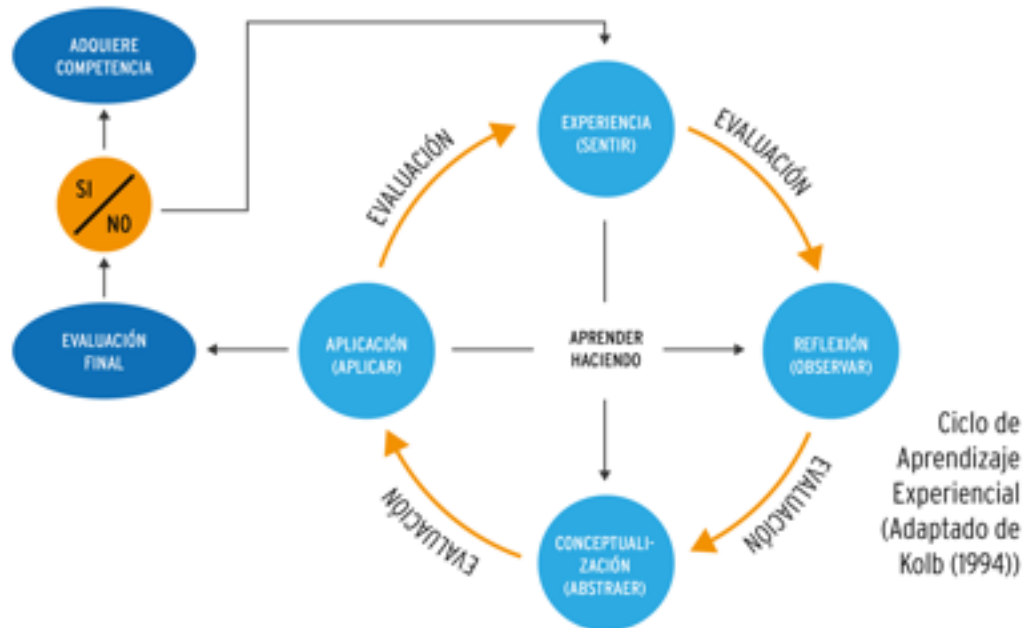


Figura 1: Ciclo de Aprendizaje, adaptado de Kolb (1984)

Aplicando el ciclo de Kolb a los procesos formativos de ingeniería, JustFAIL plantea desafíos en los que se apliquen conocimientos o se vean en la necesidad de incorporar conocimiento focalizado, que le permita al estudiante conceptualizar sus aprendizajes, extrapolar finalmente sus decisiones o dificultades a como la ingeniería resuelve a escala industrial estos problemas.

La metodología de formación para Ingeniería JustFAIL está orientada a que estudiantes enfrenten el desafío de innovar en tecnología, permitiendo que aumenten su umbral de tolerancia al riesgo (Fallar); aprendan de sus errores (Aprender); se orienten a la acción en ambientes inciertos (Iterar), den solución a problemas relevantes de la sociedad (Liderar). Está compuesta por 8 pasos que buscan facilitar el proceso de innovación tecnológica en los participantes (figura 2), replanteando el concepto falla e instalándolo como necesario para mejorar. Esto se produce a través de:

- La identificación precisa sobre cuál es el verdadero problema a solucionar.
- La definición de objetivos cuantificables que definan cuando el problema está solucionado.
- El desarrollo de esquemas y bocetos con posibles soluciones o formas de enfrentar el desafío.
- La definición de los recursos mínimos requeridos para comenzar a solucionarlo.
- El desarrollo de un prototipo funcional que dé cuenta del concepto de solución.
- La medición de la brecha entre los objetivos definidos y el resultado obtenido con el prototipo.
- La incorporación de nuevo conocimiento específico requerido para superar dicha brecha.
- La posibilidad de compartir los resultados y obtener retroalimentación de la comunidad.

El Desafío de la interdisciplinariedad en la Ingeniería y su Impacto en la Formación Profesional

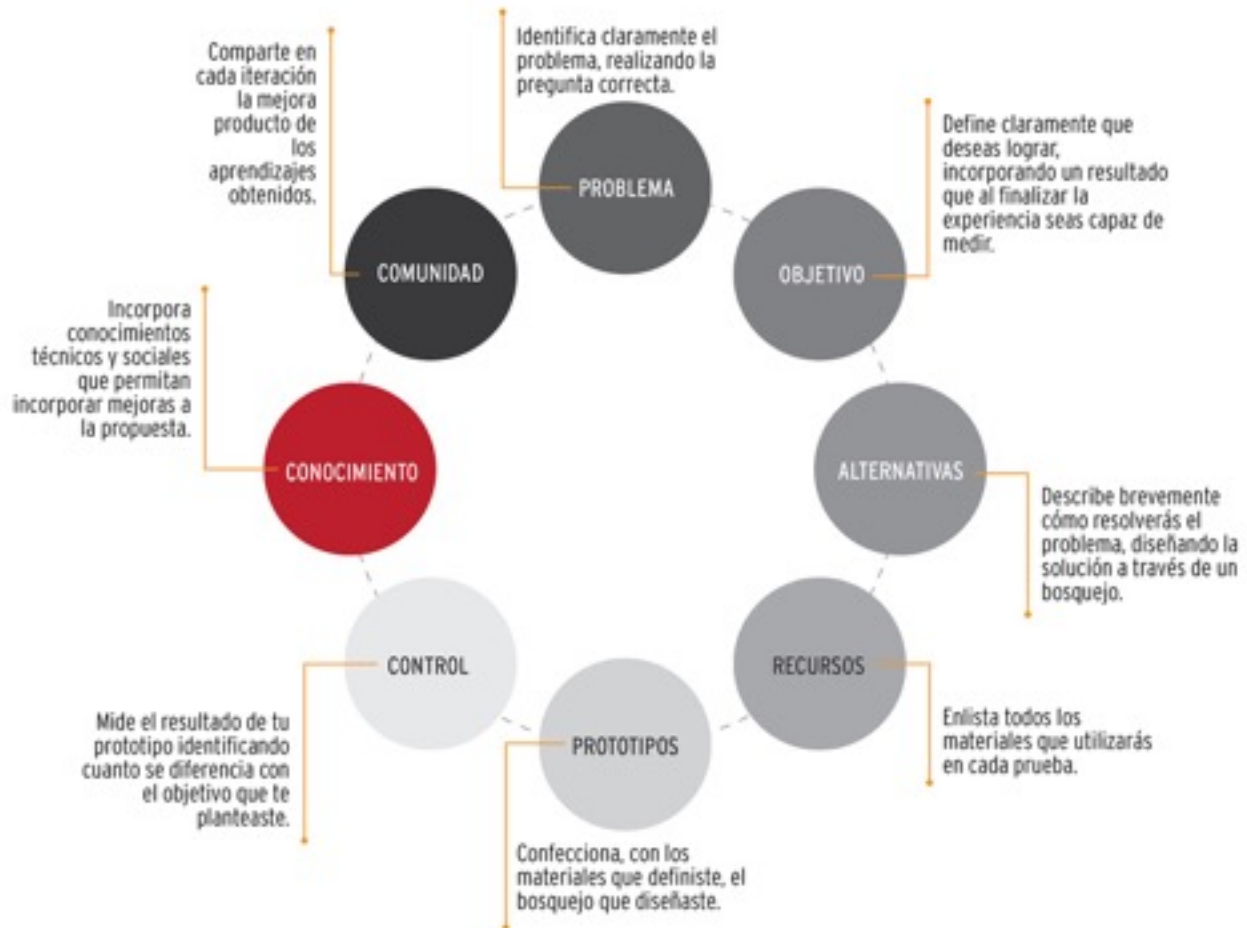


Figura 2: Metodología JustFAIL

DESARROLLO

El diseño de la experiencia consideró los Resultado de Aprendizaje definidos en el plan de asignatura: Identificar tipos de cinética de crecimiento microbio y enzimático; Seleccionar biorreactores para aplicarlos a procesos productivos; y como competencias a desarrollar: Aprender a Aprender y Trabajo en equipo.

Se desafió a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial mención bioprocesos, que cursaban la asignatura de Reactores Bioquímicos el primer semestre 2017, a producir yogurt en un biorreactor casero. Tuvieron dos horas de planificación intra-aula, tres horas extra-aula, aproximadamente, para la elaboración del prototipo y dos horas intra-aula para presentar sus resultados.

Antes de comenzar y finalizar el desafío, se aplicó una Pauta de Percepción de Aprendizaje (KPSI) (tabla 1) que medía tres niveles:

- Conceptual, vinculada a la elaboración casera e industrial del yogurt y cinética del crecimiento microbiano y enzimático.
- Procedimental, vinculada a la metodología de resolución de problemas.
- Actitudinal, vinculada a las competencias genéricas declaradas con la Asignatura.

El Desafío de la interdisciplinariedad en la Ingeniería y su Impacto en la Formación Profesional

Al finalizar la experiencia, se les aplicó nuevamente el instrumento, adicionando tres preguntas abiertas anónimas, respecto a lo positivo, negativo de la actividad y cómo creían que aportaría a su formación.

Participaron 26 estudiantes, los que fueron separados en equipos de 4 integrantes, de manera completamente aleatoria. Cada Equipo, investigó distintas formas para abordar el desafío, para luego diseñar las alternativas de cómo lo iban a resolver. Prepararon sus presentaciones sobre pizarras para ser posteriormente presentadas a sus compañeros. Tuvieron para todo esto 40 minutos. El docente de especialidad, junto a un facilitador metodológico, promovieron la generación de preguntas entre los equipo a fin que fueran compartiendo sus aprendizajes, complementando con más preguntas a fin de reforzar los aciertos o debilidades que se observaban en las propuestas.

Para resolver el desafío, a cada equipo se le facilitó \$10.000.- los cuales podían ser utilizados para comprar insumos o instrumentos de medición. De manera autónoma se organizaron para trabajar durante la semana en sus domicilios, y presentar sus resultados a la semana siguiente. Cada equipo presentó sus resultados, enfocándose en el desarrollo del proceso, principales aprendizajes, y parámetros de control que utilizaron, terminando la jornada con una muestra de yogurt casero.

A la semana siguiente, los estudiantes asistieron SURLAT, planta Pitrufquén, a una visita industrial en donde el Ingeniero a cargo de la Producción de Yogurt les relato como funcionaba la producción a escala industrial. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de relacionar como la industria resuelve los problemas que ellos habian tenido a escala casera, orientando sus preguntas desde la experiencia que tenían.

Tabla N°1: Instrumento de Evaluación JustFail Ficha Percepción de Aprendizaje KPSI Versión 2, mayo 2017. Desafío JustFail La Yogurtera

Marca con una "X" la respuesta que más te represente en los siguientes enunciados

Nivel Conceptual (saber hacer)

Conceptos	A	B	C	D
Sé cómo producir yogurt				
Conozco cómo determinar la cinética del crecimiento microbiano de la producción de yogurt.				
Entiendo cuáles son los elementos importantes a considerar para el diseño de un biorreactor para la industria láctea.				
Conozco cómo funciona el proceso industrial de elaboración de yogurt.				

A: No lo sé · B: Sé Algo · C: Lo se bien · D: Podría explicárselo a alguien

Nivel Procedimental (saber hacer)

Procedimientos	A	B	C	D
Soy capaz de definir un problema en base a información general de una situación dada por la profesora.				
Soy capaz de definir un objetivo adecuado al problema.				
Logro diseñar y bosquejar las alternativas posibles y de esta forma resolver un desafío.				
Logro identificar todos los recursos necesarios para resolver un desafío.				
Soy capaz de prototipar las alternativas pensadas para resolver un desafío.				
Logro medir las etapas en ejecución de un experimento en todo momento y controlar las brechas con el objetivo definido.				
Soy capaz de buscar información y aplicarla para disminuir la brecha para cumplir el objetivo.				
Comparto mis aprendizajes o dudas con mis pares o con el medio.				

A: No lo sé hacer · B: Sé algo · C: Lo sé hacer bien · D: Lo puedo enseñar a hacer

Nivel Actitudinal (saber ser)

Procedimientos	A	B	C	D
Diseñar/crear nuevas formas para resolver un problema y aplicarlas para ver qué sucede.				
Tener un rol en el equipo y proponer ideas para la resolución de los desafíos.				
Equivocarme en los intentos para resolver un desafío.				
Aprender de los errores cometidos.				
Reconocer mis habilidades de trabajo para resolver el desafío.				
Identificar que existen aprendizajes de asignaturas anteriores que podría aplicar.				
Planear una estrategia de Aprendizaje para resolver el desafío.				

A: No me gusta · B: Me da lo mismo · C: Me gusta · D: Me gusta mucho

Bitácora de Aprendizaje: ¿Cuáles son las habilidades, destrezas y/o conocimiento que me gustaría desarrollar en este desafío?

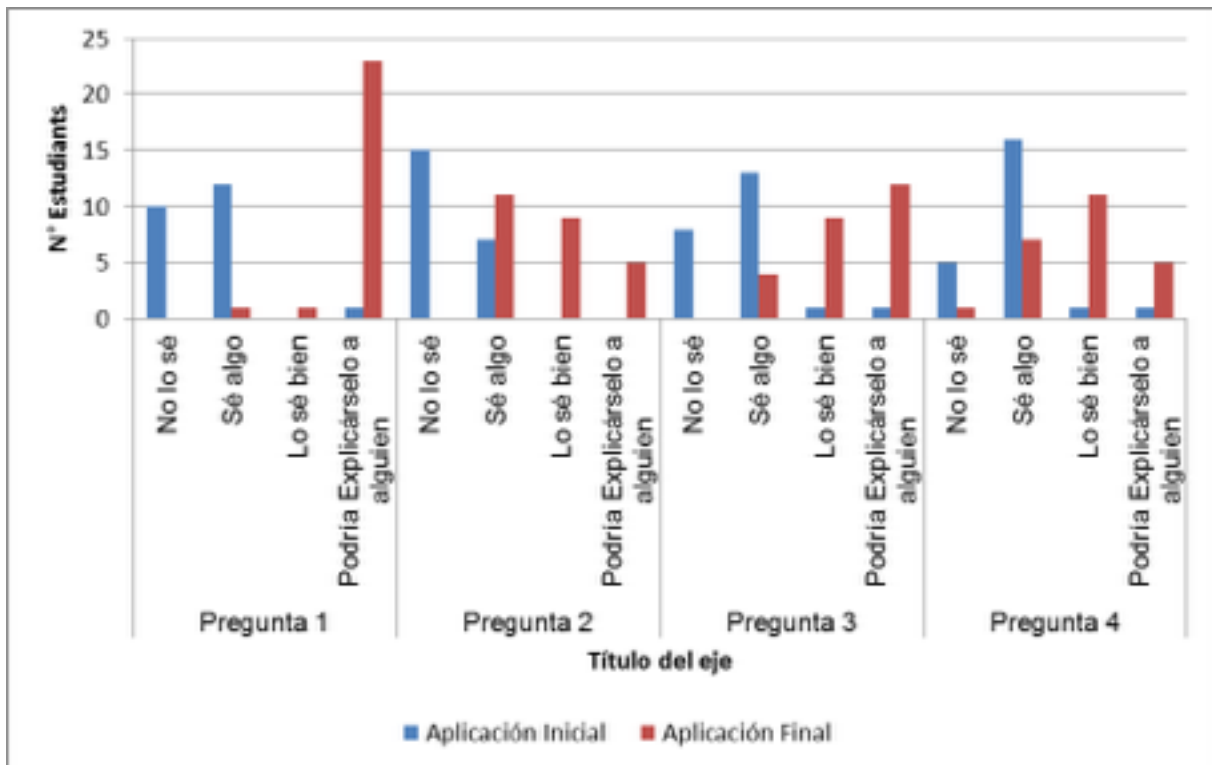
Pregunta abierta anónima: En términos generales, que te pareció la experiencia. Lo bueno. Lo malo. Siento que me servirá en mi formación.

RESULTADOS

Sobre la percepción de aprendizaje de los estudiantes

Se presentan a continuación los resultados comparativos entre ambas aplicaciones considerando válidas aquellas que el estudiante respondió el instrumento en ambas oportunidades.

Figura 3: Gráfico Percepción de Aprendizaje, dimensión Conceptual



Descripción:

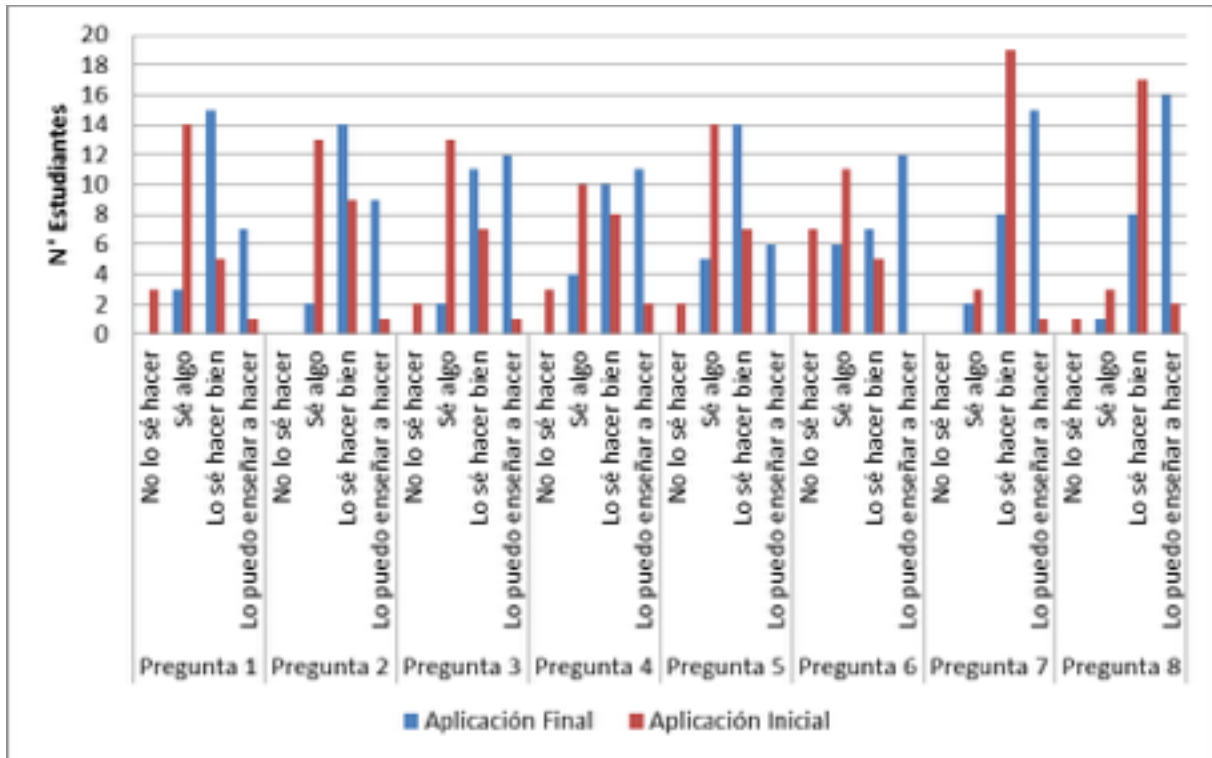
Pregunta 1: Sé como producir yogurt.

Pregunta 2: Conozco como determinar la cinética del crecimiento microbiano de la producción de yogurth.

Pregunta 3: Entiendo cuáles son los elementos importantes a considerar para el diseño de un biorreactor para la industria láctea.

Pregunta 4: Conozco como funciona el proceso industrial de elaboración de yogurth.

Figura 4: Gráfico Percepción de Aprendizaje, dimensión Procedimental



Descripción:

Pregunta 1: Soy capaz de definir un problema en base a información general de una situación dada por la profesora.

Pregunta 2: Soy capaz de definir un objetivo adecuado al problema.

Pregunta 3: Logro diseñar y bosquejar las alternativas posibles y de esta forma resolver un desafío.

Pregunta 4: Logro identificar todos los recursos necesarios para resolver un desafío.

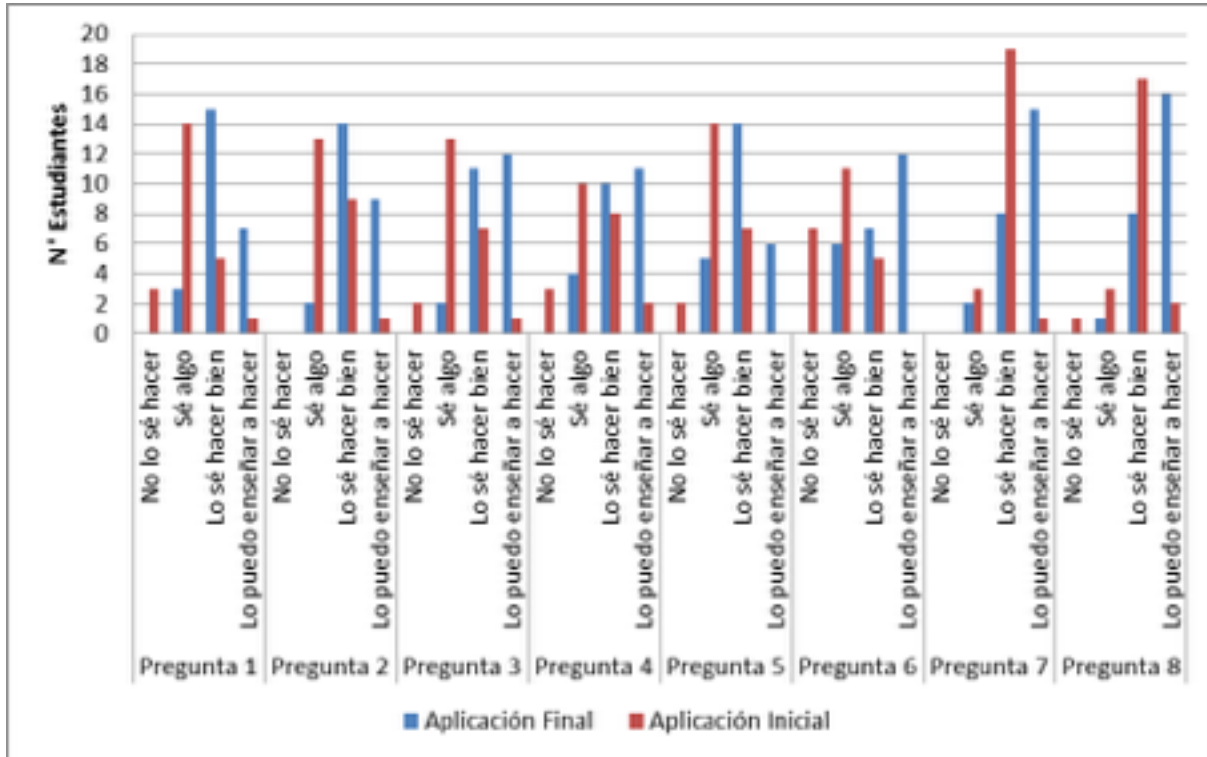
Pregunta 5: Soy capaz de prototipar las alternativas pensadas para resolver un desafío.

Pregunta 6: Logro medir las etapas en ejecución de un experimento en todo momento y controlar las brechas con el objetivo definido.

Pregunta 7: Soy capaz de buscar información y aplicarla para disminuir la brecha para cumplir el objetivo.

Pregunta 8: Comparto mis aprendizajes o dudas con mis pares o con el medio.

Figura 5: Gráfico Percepción de Aprendizaje, dimensión Actitudinal



Descripción:

Pregunta 1: Diseñar/crear nuevas formas para resolver un problema y aplicarlas para ver qué sucede.

Pregunta 2: Tener un rol en el equipo y proponer ideas para la resolución de los desafíos.

Pregunta 3: Equivocarme en los intentos para resolver un desafío.

Pregunta 4: Aprender de los errores cometidos.

Pregunta 5: Reconocer mis habilidades de trabajo para resolver el desafío.

Pregunta 6: Identificar que existen aprendizajes de asignaturas anteriores que podría aplicar.

Pregunta 7: Planear una estrategia de Aprendizaje para resolver el desafío.

Sobre el cumplimiento del desafío

La totalidad de los equipos cumplieron con el desafío propuesto, demostrando interés en la forma que aplicaron los conocimientos. Se familiarizaron con el fallo, pues la totalidad de los equipos realizaron más de una prueba, iterando sus propuestas en virtud de lo que iban observando. Por otro, incorporaron puntos de control, destacando entre ellos una prueba de viscosidad casera utilizando un vidrio para comparar los distintos prototipos elaborados.

Sobre los paradigmas metodológicos:

Preguntas significativas: Tanto en la exposición intermedia, como en la exposición final, se promovió la generación de preguntas cruzadas entre equipos, observándose que las preguntas se orientaban en aquellos elementos que para el equipo que realizaba la pregunta no habían

El Desafío de la interdisciplinariedad en la Ingeniería y su Impacto en la Formación Profesional

considerado o que había sido un fallo y deseaban saber como lo había resuelto el equipo que presentaba. Por otra parte, en la visita industrial las preguntas eran enfocadas desde lo que el equipo había resuelto de manera casera, y tenían la curiosidad de aplicar en la ingeniería a escala industrial.

La copia: Al realizar una presentación en la etapa de diseño, el principal temor para el docente de especialidad es que se copiaran entre los equipos, sin embargo, todos presentaron propuestas y resultados diferentes, materias primas y procesos distintos, formatos de presentación y puntos de control únicos.

CONCLUSIONES

La formación exclusivamente teórica no permite que el estudiante pueda relacionar sus conocimientos con problemas reales. El enfrentarse a desafíos donde aplique sus conocimientos y deba acceder a fuentes de información no pauteadas le motivan a buscar distintas alternativas para resolver el problema, desarrollando su capacidad de Aprender a Aprender.

Experimentar, reflexionar, conceptualizar y aplicar, permiten que el estudiante pueda comunicarse más directamente con la realidad. En otras palabras, en esta experiencia los estudiantes se relacionan de mejor manera con los profesionales del área, pues las inquietudes eran generadas a partir de lo vivenciado, formulando sus preguntas de manera muy simple y entendiendo respuestas desde la ingeniería.

AGRADECIMIENTOS

- Financiamiento: Actividad apoyada por Corfo a través del Proyecto PAEI “Innovadores STEM, una metodología para la formación de emprendedores de negocios basados en tecnología, 16PAEI-57616
- SURLAT, Gerente Industrial SURLAT, Nicolás García Strickstrack.