

Visible and invisible curriculum to promote innovation and develop transversal competencies in engineering students

Constance Fleet, Loreto M. Valenzuela

Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, cvfleet@uc.cl, lvalenzr@uc.cl

Abstract: This work presents the case study of the development of an innovation ecosystem within the School of Engineering of the Pontificia Universidad Católica de Chile. This initiative arises within the framework of a public policy and involves a comprehensive transformation, through the articulation of a visible and invisible curriculum made up of curricular and extracurricular programs and resources, to permeate innovation in students at different levels. Different sources of evidence reflect that, as a result, students feel better prepared to drive innovation projects, they develop entrepreneurial projects and they are interested in continuing them beyond the classroom, perceiving a favorable environment in the institution to do so. Additionally, it is observed that the institution has managed to generate a distinctive mark in matters of innovation as an important part of its professionals' training. This paper describes how this ecosystem is designed, articulating different resources and actors, to achieve training objectives while ensuring the sustainability of its operation.

Keywords—entrepreneurship, innovation, curriculum, self-efficacy, learning.

Currículo Visible e Invisible para el impulso a la innovación y la formación de competencias transversales en estudiantes de Ingeniería

Constance Fleet, Loreto M. Valenzuela

Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, cvfleet@uc.cl, lvalenzr@uc.cl

Resumen: *Este trabajo presenta el caso de estudio del desarrollo de un ecosistema de innovación dentro de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Esta iniciativa surge en el marco de una política pública y contempla una transformación integral, a través de la articulación de un currículo visible e invisible formado por programas y recursos curriculares y extracurriculares, para permear la innovación en estudiantes en diferentes niveles. Distintas fuentes de evidencia reflejan como resultado que los estudiantes se sienten mejor preparados para impulsar proyectos de innovación, que desarrollan proyectos de emprendimiento y están interesados en darles continuidad fuera del aula, y que perciben un entorno favorable en la institución para hacerlo. Adicionalmente se observa que la institución ha logrado generar un sello diferenciador en temas de innovación como parte importante de la formación de sus profesionales. En este trabajo se describe la manera en que se diseña este ecosistema, que articula distintos recursos y actores, para lograr los objetivos de formación y que a la vez sea sostenible su funcionamiento.*

Keywords—emprendimiento, innovación, curriculum, autoeficacia, aprendizaje.

I. INTRODUCCIÓN

Una década atrás el Gobierno de Chile definió que una manera de avanzar en transformarse en un país desarrollado era incrementar las capacidades para la generación de emprendimientos e innovaciones tecnológicas de alto impacto, y en consecuencia contar con profesionales preparados para los desafíos emergentes y orientados a resolver problemas locales y globales. Por esta razón, el Ministerio de Educación y el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo decidieron unir fuerzas para implementar iniciativas enfocadas en lograr dichos objetivos y crearon un programa llamado “Nueva Ingeniería para el 2030” para apoyar a escuelas de ingeniería nacionales a convertirse en instituciones de clase mundial, transformando sus modelos educativos y fortaleciendo su investigación y transferencia [1]. El proyecto de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC-Chile) fue adjudicado en la primera posición e inició una ruta de transformación que incluía un nuevo plan de estudios flexible e interdisciplinario, la creación de un ecosistema de innovación, el establecimiento de una oficina de vinculación con la industria y una oficina de relaciones internacionales, fondos semillas para nuevas colaboraciones en investigación, cambios organizacionales, entre otras iniciativas.

En paralelo a los esfuerzos de la Escuela de Ingeniería para fortalecer sus capacidades para la Innovación y transferencia, en el mismo periodo, la UC-Chile creó su oficina de transferencia tecnológica y el Centro de Innovación UC Anacleto Angelini, un edificio de 10 pisos que representa un punto de encuentro entre la universidad, la industria y el sector público en temas de I+D+i+e.

El caso de estudio de este trabajo consiste en el detalle de la creación, implementación y desarrollo del ecosistema de innovación dentro de la Escuela de Ingeniería para fortalecer la formación de competencias transversales para innovar y apoyar las actividades de emprendimiento.

II. ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN: CURRÍCULO VISIBLE + INVISIBLE

La Escuela de Ingeniería de UC-Chile ha construido un ecosistema robusto que busca permear la innovación en todos los niveles y articular los esfuerzos de varios actores para potenciar el emprendimiento estudiantil desde distintos ángulos.

Este ecosistema se basa en la integración de un currículo visible, con cursos que permiten educar e inspirar a todos los estudiantes en innovación y con alternativas de especialización a los interesados en profundizar (mayor en Ingeniería, Diseño e Innovación y menor en Innovación Tecnológica), con un currículo invisible, que ofrece recursos y programas extracurriculares para dar continuidad a los proyectos nacidos en cursos y dar apoyo a quienes emprendan.

Se ha diseñado una hoja de ruta que articula tanto recursos de la Escuela de Ingeniería como recursos de la universidad para facilitar una aceleración fluida desde etapas tempranas hacia etapas más avanzadas.

En la Fig. 1 es posible ver cómo los resultados de distintos espacios académicos del currículo visible como cursos de proyectos o cursos de innovación tienen la posibilidad de ser continuados en espacios extracurriculares como programas de prototipado y aceleración.

Para alimentar los flujos y funcionamiento del ecosistema se establecieron dos elementos claves: el curso “Investigación, Innovación y Emprendimiento” (curso ING2030) [2] y la Red de Emprendedores.



Fig. 1 Diagrama de programas del currículo visible e invisible en Ingeniería UC-Chile. Los programas con * no son desarrollados por la Escuela de Ingeniería sino por otros actores del ecosistema chileno.

El curso ING2030 nace el 2015 con el objetivo de formar profesionales con las competencias claves para detectar oportunidades y desarrollar proyectos importantes de innovación tanto dentro de una organización como creando nuevos emprendimientos. Este objetivo se logra sumergiendo a todos los estudiantes de pregrado en una experiencia lo más cercana posible a la complejidad, incertidumbre y desafío que significa idear y llevar un producto innovador de base científico-tecnológica al mercado y a la sociedad a través de un emprendimiento.

En un proceso, que se ha ido perfeccionando con los años (Fig. 2), se combinan cátedras sobre metodologías establecidas de emprendimiento, junto con elementos de incubadoras de negocio tales como charlas, mentorías, sesiones de mentorías, simulación de postulación a fondos y competencia de presentaciones tipo pitch; y durante el semestre los equipos de estudiantes son apoyados por profesores, emprendedores, ayudantes y mentores que actúan como facilitadores de reflexión y aprendizaje.

El tamaño del curso (~500 estudiantes y 100 proyectos cada semestre) ha permitido que además de ser un hito relevante en la formación de los estudiantes, se convierta en el corazón del ecosistema de innovación de la Escuela de Ingeniería. Desde su creación más de 6500 estudiantes han creado más de 1300 proyectos innovadores de base científica-tecnológica. El ING2030 es una fuente de nuevas ideas de emprendimiento que, una vez finalizado el semestre, los equipos continúan acelerando en programas extracurriculares. En las incubadoras profundizan aprendizajes y luego se transforman en ayudantes del curso donde traspasan a nuevas

generaciones de estudiantes sus experiencias. Por ejemplo, en 2020, tres proyectos creados en el curso se aceleraron en el ecosistema de innovación y obtuvieron grandes fondos públicos de aproximadamente US\$65,000 cada uno para avanzar sus startups. Los fundadores de estos tres proyectos luego fueron ayudantes.

Además, el curso representa un espacio de encuentro para todo el ecosistema. En 2022 se realizaron 748 reuniones formales de mentoría, en las cuales profesores, estudiantes de postgrado, emprendedores nacionales, alumni emprendedores, red de mentores UC y empresas socias del Centro de Innovación y participaron entregando retroalimentación a los equipos de estudiantes.

La Red de emprendedores de Ingeniería UC-Chile (Fig. 3) es un espacio que busca reunir a todos los emprendedores de la comunidad (estudiantes, exalumnos, académicos y funcionarios) y potenciar la sinergia entre ellos, facilitando los recursos disponibles de la Escuela, para así poder ayudarlos a impulsar sus proyectos y empresas. A su vez, le permite a Ingeniería identificar los emprendimientos desarrollados por la comunidad y eventualmente medir su impacto económico a nivel país. La oferta de valor para sus participantes contempla invitaciones a eventos, difusión de sus casos, atracción de talento, extensión de oportunidades nacionales e internacionales que nacen de alianzas de la universidad, entre otros. Al mismo tiempo, se les pide a sus integrantes, que son principalmente exalumnos (75%), dar mentorías y participar del ecosistema de innovación en cursos y otros programas, lo que permite mantener vivo y sostenible el funcionamiento de las distintas iniciativas y nutrirlas con uno de los factores de éxito principales: el acceso a redes.

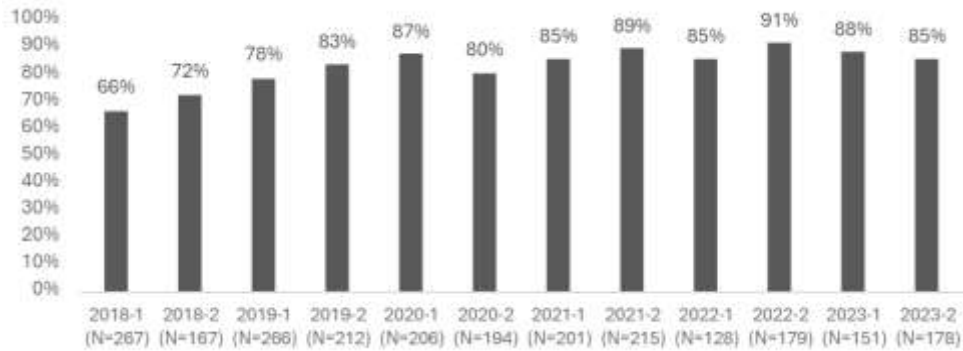


Fig. 2 Porcentaje de estudiantes que percibe beneficios de aprendizaje del curso ING2030 en su conjunto.



Fig. 3 Diagrama de flujo de participantes del currículo visible e invisible en Ingeniería UC-Chile.

III. RESULTADOS

Un primer resultado claro y uno de los objetivos centrales del ecosistema de innovación es asegurar la formación de competencias transversales para que los futuros profesionales puedan impulsar proyectos de innovación tanto dentro de organizaciones establecidas como creando emprendimientos nuevos. El cumplimiento de este resultado se mide mediante una encuesta pre-post de autoeficacia en el curso ING2030, que muestra que cada semestre los estudiantes se sienten mejor preparados al finalizar el curso con respecto a sus competencias emprendedoras (Tabla I).

De acuerdo con la encuesta de cierre, un 32% de los estudiantes del curso ING2030 (promedio de los últimos cuatro periodos académicos) quiere continuar impulsando su proyecto o un nuevo proyecto innovador, lo cual representa una fuente de ideas para participar del currículo invisible.

Una muestra de la actividad emprendedora que busca dar continuidad a proyectos fuera del aula es la cantidad de estudiantes participando en los distintos programas extracurriculares del ecosistema de la universidad. En el periodo 2015-2022 se recibieron postulaciones con más de 2300 estudiantes de Ingeniería UC-Chile a programas de apoyo al emprendimiento: 423 han postulado al Demo Day, 684 a Jump Chile, 380 a Brain Chile, 186 a The Bridge, 185 al concurso de prototipado, 87 a Aplica tu Idea y 410 al Camp de Ideas Sociales.

Esta percepción de ecosistema favorable también se refleja en el estudio internacional GUESSS 2021 - Global University Entrepreneurial Spirit Student's Survey [3], gestionado en su versión local por la Universidad Católica del Norte. Se recibieron 892 respuestas de la UC-Chile (93% de estudiantes de Ingeniería), y los resultados muestran una mayor valoración de los estudiantes UC-Chile hacia el entorno y clima emprendedor de su universidad que estudiantes de otras instituciones (Fig. 4).

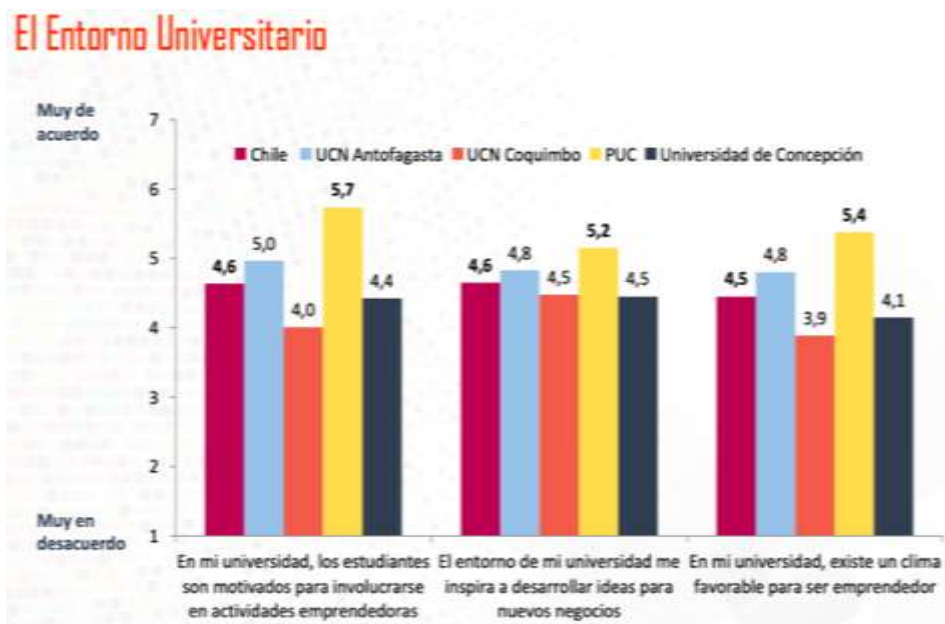


Fig. 4 Gráfico obtenido de la presentación del reporte de Chile de GUESSS 2021, con PUC=UC-Chile [3].

TABLA I
TYPE SIZE FOR PAPERS
PUNTAJES DE AUTOEFICACIA EN 10 COMPETENCIAS^a DEL CURSO ING2030 AL INICIO Y FINAL DE LOS ÚLTIMOS SEIS PERIODOS ACADÉMICOS

Semestre	Promedio Inicial	Promedio Final	Diferencia*
2021-1	66.1	69.7	+3.6*
2021-2	65.5	73.9	+8.4*
2022-1	75.2	80.5	+5.3*
2022-2	64.3	69.6	+5.3*
2023-1	69.9	73.5	+3.56*
2023-2	71.2	73.6	+2.3*

*Las diferencias son estadísticamente significativas con un 95% de confianza.
a. Competencias evaluadas:

1. Motivar a un grupo diverso de personas a trabajar en equipo; 2. recolectar y validar la información necesaria para elegir una alternativa de solución a un problema; 3. hacer preguntas a personas que no conozco para explorar el potencial de una idea; 4. describir oralmente un problema y su solución; 5. describir por escrito un proyecto de emprendimiento para un fondo concursable; 6. estudiar una tecnología y descubrir una nueva forma de uso que sea práctica. 7. diseñar un prototipo que permita entender cómo funciona un nuevo producto o servicio; 8. reconocer una buena oportunidad para generar un nuevo producto o servicio con proyección global; 9. iniciar un emprendimiento de base científico-tecnológica; 10. diseñar un modelo de negocio escalable y replicable fuera de Chile.

Por último, en el proceso de acreditación de ABET 2020-2021 de Ingeniería UC-Chile se destacó como una fortaleza institucional que los estudiantes de Ingeniería deben generar un plan de negocios para un nuevo producto o servicio como parte de un curso obligatorio de emprendimiento. Algunos estudiantes tienen la oportunidad de viajar para experimentar ecosistemas vibrantes de emprendimiento internacionales y profundizar su entendimiento del desarrollo de negocios. Dichos estudiantes desarrollan un fuerte espíritu emprendedor y muchos o bien crean sus propias empresas o se unen a empresas start-ups luego de su graduación.

Estos resultados preliminares evidencian que el ecosistema interno logra preparar a los estudiantes para impulsar proyectos innovadores y presenta una oferta vibrante y articulada para que experimenten una cultura emprendedora que se transforme en un sello formativo. Se busca profundizar en instrumentos de medición para dar continuidad a las evaluaciones del impacto del ecosistema en las competencias emprendedoras.

REFERENCIAS

- [1] Programa Ingeniería 2030, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. <https://anid.cl/redes-estrategia-y-conocimiento/ingenieria-2030/>
- [2] Hilliger, C. Fleet, C. Melian, J. Baier and M. Pérez-Sanagustín, "Offering an Entrepreneurship Course to All Engineering Students: Self-efficacy Gains and Learning Benefits," *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Uppsala, Sweden, 2020, pp. 1-5.
- [3] Romani, G., Aienza, M., Rojas, N., Rodríguez, K., Vera, P. "GUESSSChile 2021 Intención y Actividad Emprendedora de los Estudiantes Universitarios", 2021.