

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

Diseño de un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la
Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Proyecto de graduación
sometido a la consideración de la Escuela de Ingeniería Química
como requisito final para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería Química

Mark Stephen Lu Meléndez

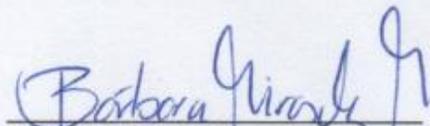
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes
San José, Costa Rica
2019

Proyecto de Graduación sometido a consideración de la Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Química.

Sustentante:

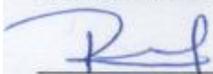
Mark Stephen Lu Meléndez

Aprobado por:



Dra. Bárbara Miranda Morales
Profesora
Escuela de Ingeniería Química,
Universidad de Costa Rica

Presidenta del Tribunal



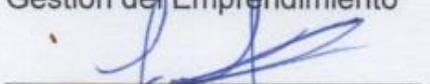
M.Sc. Randall Ramírez Loría
Profesor
Escuela de Ingeniería Química,
Universidad de Costa Rica

Director del Proyecto



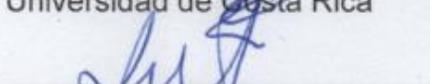
Máster David Ramírez Szpigel
Gestor de Emprendimiento
Agencia Universitaria para la
Gestión del Emprendimiento

Miembro Lector



Dr. Lautaro Ramírez Varas
Profesor
Escuela de Ingeniería Química,
Universidad de Costa Rica

Miembro Lector



Dr. Alfredo Lopez Calvo
Profesor
Escuela de Ingeniería Química,
Universidad de Costa Rica

Miembro Lector de Objetivos

“El papel de un líder es crear un entorno en el que puedan surgir las grandes ideas.”

Simon Sinek

Dedicatoria

A mi tío Dr. John Verny Meléndez Campos (q. d. e. p.),
a mi abuelo Sancito y a mi abuela Mayra

Agradecimientos

Realmente fue necesaria la colaboración de muchísimas personas para que esto fuera posible: desde estudiantes hasta profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, pasando por infinitud de funcionarios universitarios y de otras personas que me colaboraron en el camino. Ofrezco un agradecimiento a todos ellos y a todas aquellas personas que aportaron su granito de arena en la elaboración de este proyecto.

A todo el equipo de AUGE, pasado y presente, que realmente transformo mi manera de ver las cosas. A las chiquillas del Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano por enseñarme que el camino de un líder es servir. A la Escuela de Ingeniería Química, por toda su colaboración y años de enseñanzas. Al Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines por su apoyo en la validación.

Reconozco el acompañamiento que me brindaron en este proceso Randall, David y Lautaro que con sus consejos hicieron que este proyecto fuera más allá de lo que yo imaginaba. A mi familia, principalmente a mi tío Dr. John Verny Meléndez Campos (q. d. e. p.), a mi abuelo Sancito y a mi abuela Mayra por apoyarme siempre en este camino. Y finalmente, a mi novia Andrea y a mis amigos Aurora, Montserrat, Mario e Irán por hacer de esta una etapa dorada de mi vida.

Resumen

Se realizó el diseño de un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, Ciudad de la Investigación. Esto se hizo a partir del estudio de la situación actual expresada por los posibles usuarios de este: estudiantes y profesores. La información se recolectó a través de entrevistas y encuestas y se sistematizó a través del uso del lienzo de propuesta de valor.

Se determinó que el modelo debía estar compuesto por diferentes componentes entre los que destacan la reformulación de los proyectos de los cursos de laboratorio, la ampliación de la Expo IQ y el desarrollo de habilidades, atributos y competencias a través de actividades de aprendizaje. Estos se crearon y se documentaron.

Finalmente, se validó la propuesta realizada a través de la explicación de los contenidos principales de esta al estudiantado, profesorado y terceros que pudieran contribuir con su criterio. La retroalimentación se recolectó a través de entrevistas y encuestas y se sistematizó.

Se concluye que el 48% de los participantes en la validación cree que la propuesta es buena y el 40% piensa que es excelente. Se recomienda implementar el modelo.

Índice

1.	Introducción.....	1
2.	Marco teórico	3
2.1.	Perfil profesional del ingeniero químico.....	3
2.2.	Acreditación de la carrera	4
2.3.	Aporte de la ingeniería química a la sociedad.....	4
2.4.	Situación laboral de la ingeniería química en Costa Rica	5
2.5.	Innovación.....	7
2.5.1.	Innovación en la Unión Europea	7
2.5.2.	Innovación en América Latina y el Caribe	8
2.5.3.	Innovación en Centroamérica y el Caribe.....	8
2.5.4.	Innovación en Costa Rica.....	9
2.5.5.	Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación u Oficinas de Transferencia y Licenciamiento en Costa Rica	9
2.6.	Emprendimiento	10
2.6.1.	Emprendimiento a nivel mundial	10
2.6.2.	Emprendimiento en Centroamérica y el Caribe: Incubadoras y aceleradoras de empresas.....	11
2.6.3.	Incubadoras y aceleradoras de empresas en Costa Rica	11
2.7.	Indicadores.....	12
2.7.1.	Indicadores de innovación.....	12
2.7.2.	Indicadores de emprendimiento	12
2.8.	Innovación y emprendimiento en la ingeniería química.....	12
2.9.	Oportunidades de emprendimientos de alto valor en Costa Rica	13
2.10.	Habilidades blandas.....	15
2.10.1.	Desarrollo de habilidades blandas	16
2.10.2.	Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea 16	
2.11.	Design thinking	18
2.12.	Metodologías de mejora continua	18
2.12.1.	Lean Manufacturing.....	19
2.12.2.	Lean Startup.....	19
2.13.	Propuesta de valor.....	20
2.14.	Actividades de aprendizaje	20
2.14.1.	Diseño de actividades de aprendizaje.....	21

3.	Metodología	23
3.1.	Definición de la propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación	23
3.2.	Diseño de las actividades de aprendizaje, documentación y materiales, que en su conjunto componen el prototipo funcional de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación.....	23
3.3.	Validación del prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación.....	24
4.	Definición de la propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación	25
4.1.	Perfil del usuario	27
4.2.	Percepción de la manera en la que se enseña la ingeniería química	31
4.3.	Habilidades duras por reforzar	32
4.4.	Estado de las habilidades blandas.....	35
4.5.	Percepciones de la innovación y la ingeniería química	36
4.6.	Percepciones del emprendimiento y la ingeniería química	39
4.7.	Habilidades de emprendimiento.....	40
4.8.	Desarrollo de las competencias de emprendimiento.....	41
4.8.1.	Área de ideas y oportunidades.....	42
4.8.2.	Área de recursos	42
4.8.3.	Área En acción	43
4.9.	Experiencia en emprendimiento.....	44
4.10.	Actividades que realizar	45
4.11.	Recursos que utilizar	47
4.12.	Criterios adicionales.....	48
4.12.1.	Ash Maurya: experto internacional en emprendimiento	49
4.12.2.	Bryan Navarro: cofundador y desarrollador de negocios de la empresa Imagine XYZ.....	49
4.12.3.	Marcel Soler Rubio y José Rafael Quesada: alcalde y vicealcalde de la Municipalidad de Montes de Oca del periodo 2016-2019.....	49
4.13.	Propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación.....	50
5.	Diseño del prototipo funcional del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación	51
5.1.	Reformulación de los proyectos de final de curso.....	51
5.1.1.	Características	52
5.1.2.	Temática	52

5.1.3.	Tipos de proyecto	55
5.1.4.	Entregables	55
5.1.5.	Evaluación.....	56
5.1.6.	Indicadores.....	56
5.2.	Ampliación de la Expo IQ	56
5.2.1.	Cronograma del evento	57
5.2.2.	Recursos humanos	57
5.2.3.	Permisos	58
5.2.4.	Costo del evento	58
5.2.5.	Evaluación.....	58
5.2.6.	Indicadores.....	58
5.3.	Desarrollo de habilidades, competencias y atributos a través de actividades de aprendizaje	58
5.3.1.	Actividades de aprendizaje	60
5.3.1.1.	Características generales.....	60
5.3.1.2.	Exposiciones / Presentaciones.....	60
5.3.1.2.1.	Nivel de desarrollo del atributo	60
5.3.1.2.2.	Detalle de las actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones.....	60
5.3.1.2.3.	Entregables	64
5.3.1.2.4.	Evaluación.....	64
5.3.1.3.	Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos65	
5.3.1.3.1.	Nivel de desarrollo del atributo	65
5.3.1.3.2.	Detalle de las actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos.....	65
5.3.1.3.3.	Entregables	70
5.3.1.3.4.	Evaluación.....	70
5.4.	Biblioteca de videos y bases de datos	70
5.5.	Mapeo de actores	75
5.5.1.	AUGE (Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento)	75
5.5.1.1.	Descripción	75
5.5.1.2.	Servicios.....	75
5.5.1.3.	Ubicación	75
5.5.1.4.	Horario de atención	75

5.5.1.5. Contacto.....	75
5.5.1.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica.....	76
5.5.2. PROINNOVA (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación).....	76
5.5.2.1. Descripción	76
5.5.2.2. Servicios.....	76
5.5.2.3. Ubicación	76
5.5.2.4. Horario de atención	76
5.5.2.5. Contacto.....	76
5.5.2.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica.....	77
5.5.3. Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano	77
5.5.3.1. Descripción	77
5.5.3.2. Servicios.....	77
5.5.3.3. Ubicación	77
5.5.3.4. Horario de atención	77
5.5.3.5. Contacto.....	77
5.5.3.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica.....	78
5.5.4. ProtoLab UCR.....	78
5.5.4.1. Descripción	78
5.5.4.2. Servicios.....	78
5.5.4.3. Ubicación	78
5.5.4.4. Horario de atención	78
5.5.4.5. Contacto.....	79
5.5.4.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica.....	79
5.5.5. InnovaAP (Laboratorio Colaborativo de Innovación Pública)	79
5.5.5.1. Descripción	79
5.5.5.2. Servicios.....	79
5.5.5.3. Ubicación	79
5.5.5.4. Horario de atención	79
5.5.5.5. Contacto.....	80
5.5.5.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica.....	80
5.5.6. Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines (CIQPA).....	80
5.5.6.1. Descripción	80
5.5.6.2. Servicios.....	80
5.5.6.3. Ubicación	80

5.5.6.4. Horario de atención	80
5.5.6.5. Contacto	80
5.5.7. Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).....	81
5.5.7.1. Descripción	81
5.5.7.2. Servicios.....	81
5.5.7.3. Ubicación	81
5.5.7.4. Horario de atención	81
5.5.7.5. Contacto	81
5.5.8. Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER)	81
5.5.8.1. Descripción	81
5.5.8.2. Servicios.....	82
5.5.8.3. Ubicación	82
5.5.8.4. Horario de atención	82
5.5.8.5. Contacto	82
5.5.9. Resumen información de contacto unidades universitarias y organizaciones de apoyo	82
6. Validación del prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación	85
6.1. Aspectos adicionales del modelo: lo que gusta y aquello que se podría añadir, quitar o cambiar	94
6.2. Validación en la Expo IQ	94
7. Conclusiones.....	95
7.1. Acerca de la construcción de la propuesta de valor	95
7.2. Acerca del modelo de desarrollo emprendedor.....	95
7.3. Acerca de la validación	95
8. Recomendaciones	97
8.1. Para futuros trabajos en la materia	97
8.2. Para la Escuela de Ingeniería Química	97
8.3. Para la Universidad de Costa Rica	97
9. Bibliografía	99
10. Apéndices	103
Apéndice 1. Cuestionario dirigido a estudiantes	103
Apéndice 2. Cuestionario dirigido a profesores	107
Apéndice 3. Cuestionario de validación	111

Índice de figuras

Figura 2.1. Principales áreas de trabajo de la ingeniería química	5
Figura 2.2. Medio por el que consiguió trabajo al momento de graduarse	6
Figura 2.3. Tipo de institución en la que trabaja	6
Figura 2.4. Lienzo de propuesta de valor (Osterwalder, 2015).....	20
Figura 4.1. Distribución de género del a)estudiantado y b)profesorado de la carrera de Ingeniería Química	27
Figura 4.2. Grado académico del profesorado de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica	28
Figura 4.3. Experiencia laboral del profesorado de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica	28
Figura 4.4. Áreas de trabajo o experticia de los profesores más frecuentes	29
Figura 4.5. Áreas de trabajo o experticia de los profesores menos frecuentes	30
Figura 4.6. Áreas, cursos o temas que los estudiantes consideran que dominan o que podrían desempeñar actualmente con mayor frecuencia.....	32
Figura 4.7. Áreas, cursos o temas que los estudiantes consideran que dominan o que podrían desempeñar actualmente con menor frecuencia.....	33
Figura 4.8. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran que existe algún área afín a la ingeniería química que es importante y que no forma de la oferta académica actual	34
Figura 4.9. Consideran los a)estudiantes y b)profesores que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentarse a la realidad laboral.....	35
Figura 4.10. Porcentaje del a)estudiantado y del b)profesorado que considera que la formación actual en la carrera está desarrollando las habilidades blandas en los estudiantes.....	36
Figura 4.11. Porcentaje de estudiantes que consideran que el campo de la ingeniería química es innovador.....	37
Figura 4.12. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran se está fomentando la innovación por parte de la Escuela de Ingeniería Química.....	37
Figura 4.13. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que se consideran innovadores.....	38
Figura 4.14. Porcentaje de estudiantes que consideran que se puede emprender en el campo de la ingeniería química.....	39
Figura 4.15. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran se está fomentando el emprendimiento por parte de la Escuela de Ingeniería Química ...	40
Figura 4.16. Porcentaje del a)estudiantado y del b)profesorado que considera que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las habilidades necesarias para emprender.....	41
Figura 4.17. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área de ideas y oportunidades	42
Figura 4.18. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área de recursos.....	43

Figura 4.19. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área en acción	43
Figura 4.20. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que han emprendido ...	44
Figura 4.21. Tipos de actividades académicas donde el estudiantado y profesorado considera que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento.....	45
Figura 4.22. Tipos de actividades extracurriculares donde el estudiantado y profesorado consideran que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento.....	46
Figura 4.23. Tipos de actividades laborales donde el estudiantado y profesorado consideran que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento.....	47
Figura 4.24. Tipos de recursos audiovisuales que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento.....	47
Figura 4.25. Tipos de recursos digitales que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento.....	48
Figura 4.26. Tipos de recursos de prototipado que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento.....	48
Figura 6.1. Género de los participantes en la validación	86
Figura 6.2. Distribución porcentual de los grupos considerados en la validación .	86
Figura 6.3. Porcentaje de participantes que ha valorado emprender	87
Figura 6.4. Calificación asignada a la propuesta	88
Figura 6.5. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta cuenta con los elementos necesarios para desarrollar las capacidades de innovación y emprendimiento en el estudiantado	88
Figura 6.6. Porcentaje de participantes que consideran que el modelo propuesto responde a la realidad del estudiantado.....	89
Figura 6.7. Porcentaje de participantes que consideran que el modelo propuesto logra solventar las carencias de formación en innovación y emprendimiento por parte de los estudiantes y profesores.....	89
Figura 6.8. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que actualmente se enseña la ingeniería química	90
Figura 6.9. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que se innova en la ingeniería química	91
Figura 6.10. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que se emprende en la ingeniería química	91
Figura 6.11. Grado de utilidad de la propuesta, según los participantes	92
Figura 6.12. Porcentaje de participantes que consideran que las actividades planteadas son adecuadas al nivel de la carrera en la que se encuentra actualmente	92
Figura 6.13. Porcentaje de participantes que consideran que es posible implementar la propuesta presentada en la Escuela de Ingeniería Química	93
Figura 6.14. Forma en que implementarían los participantes el modelo	93
Figura 6.15. Sesión de validación del modelo en la Expo IQ	94

Índice de cuadros

Cuadro 2.1. Total de patentes solicitadas y otorgadas en Costa Rica, Cuba y Panamá por institución de educación superior (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015)	8
Cuadro 2.2. Posición relativa y puntuación de los países líderes por región y Costa Rica en el Global Entrepreneurship Index 2018 (The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2018).....	11
Cuadro 2.3. Fronteras de investigación aplicada e innovación (Núñez Corrales & Jiménez Silva, 2018).....	13
Cuadro 2.4. Áreas y competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016).....	17
Cuadro 4.1. Curso teórico más importante, por bloque, del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica.....	25
Cuadro 4.2. Número de entrevistas y encuestas realizadas a estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica.....	26
Cuadro 4.3. Número y porcentaje de estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica participantes en el estudio..	26
Cuadro 4.4. Lienzo de propuesta de valor.....	50
Cuadro 5.1. Siglas y bloques de los cursos de laboratorio propios de la Escuela de Ingeniería Química	52
Cuadro 5.2. Innovadores arquetípicos y ejemplos de fronteras por área de la ingeniería química (AIChE., s.f.).....	53
Cuadro 5.3. Ejemplos de casos de estudio para la categoría de retos de la industria y sociedad	54
Cuadro 5.4. Cronograma de actividades de la Expo IQ	57
Cuadro 5.5. Correspondencia entre los atributos de acreditación y las competencias de emprendimiento.....	59
Cuadro 5.6. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones, indicando del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del buscado.....	61
Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel	65
Cuadro 5.8. Selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores	71
Cuadro 5.9. Información de contacto de las unidades universitarias y organizaciones que pueden apoyar los procesos de innovación y emprendimiento de la Escuela de Ingeniería Química.....	82

Índice de abreviaturas

AAPIA	Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y Arquitectura
AIChE	American Institute of Chemical Engineers
AUGE	Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento
CEAB	Canadian Engineering Accreditation Board
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos
CIQPA	Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines
CONARE	Consejo Nacional de Rectores
COTRAFIN	Comisión de Trabajos Finales de Graduación
EIQ	Escuela de Ingeniería Química
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INNOVAAP	Laboratorio de Innovación Pública
OLaP	Observatorio Laboral de Profesiones
PROCOMER	Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica
PROINNOVA	Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación
SINAES	Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior
TFG	Trabajo Final de Graduación
UCR	Universidad de Costa Rica

1. Introducción

El mundo actualmente presenta retos importantes en materia ambiental, alimentaria, biomédica, energética, entre otras. En áreas como la electrónica y la ingeniería de materiales, se está llegando a un punto en el cual los paradigmas tradicionales se están quedando cortos ante las necesidades de hoy en día. Dado que todas estas áreas son campos de acción de la ingeniería química moderna es natural fomentar los procesos de innovación y emprendimiento en el campo de estudio (AIChE., s.f.)

Se requiere innovar, ya que la humanidad requiere mejores soluciones que las que existen actualmente, las cuales no solo deben ser novedosas, sino que también requieren tener la capacidad de impactar considerablemente el mercado. Además, es indispensable que estos esfuerzos en primera instancia se materialicen en productos y servicios reales y en segunda que puedan ser sostenibles, por lo que también es indispensable desarrollar la capacidad de emprender.

La Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica (EIQ) ha buscado la generación de ideas novedosas por parte del estudiantado. Lo anterior como un componente de los proyectos de investigación de la carrera, particularmente los realizados en los cursos de laboratorio. Esto podría evolucionar a procesos de innovación y emprendimiento. Sin embargo, estas tópicos no se desarrollan apropiadamente durante el plan de estudios.

El hecho de que nunca se habla formalmente de estos temas crea una carencia de conocimiento en el estudiantado, ya que no tiene claro qué significa innovar desde la ingeniería química. Además, falta el eslabón que permita que un proyecto de clase pase de una presentación y documento escrito a una oportunidad de negocio. Desarrollar estas habilidades permitiría a más ingenieros químicos crear valor para sí mismos y para la sociedad, en forma de soluciones novedosas y puestos de trabajo.

La innovación y el emprendimiento son habilidades claves para los ingenieros químicos. Esto les permite a los profesionales del área utilizar todas las herramientas, propias de la formación y el área, en el análisis de problemáticas a partir de las cuales, y en conjunto con el conocimiento de las ciencias naturales e ingenieriles, se realiza el planteamiento, diseño e implementación de soluciones ingeniosas acordes a las necesidades del mercado y la sociedad.

Universidades de prestigio, como lo es el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), ofrecen a los estudiantes de ingeniería química la oportunidad de desarrollar estas habilidades en su malla curricular regular (MIT, s.f.). En la Universidad de Costa Rica (UCR) estos procesos los realizan instancias como Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (PROINNOVA), desde 2005, y la Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento (AUGE), desde 2012. La EIQ, ha realizado esfuerzos para apoyar la innovación y el emprendimiento en

los estudiantes de la carrera, realizando acciones concretas como la Expo IQ, donde el estudiantado expone sus proyectos finales de los cursos de laboratorio a la comunidad universitaria, desarrollando una relación con AUGÉ, diseñando una propuesta de curso optativo en el área del emprendimiento, dotando de apoyo económico a aquellos estudiantes que desarrollen trabajos finales de graduación (TFG) que innoven y/o generen potenciales ideas de negocio, entre otras. Sin embargo, estos esfuerzos se pueden enfocar y sistematizar.

Por lo que el objetivo del presente proyecto de graduación es enfocar y sistematizar el proceso del desarrollo de las destrezas de la innovación y el emprendimiento en los estudiantes de la carrera de ingeniería química con el fin de fomentar su aplicación en el quehacer de la carrera y en la vida profesional. Además, se pretende que sirva como base para su eventual implementación en la EIQ y para su replicación por parte de otras escuelas del área de ingeniería y las ciencias básicas.

Para la elaboración de este proyecto se utilizarán conocimientos propios de la carrera de ingeniería química de los cursos de planeamiento de la producción, control de la producción, evaluación de proyectos y principios de administración industrial. Específicamente se requieren conocimientos de metodologías de mejora continua, indicadores cuantitativos, creación de valor, planeamiento estratégico, factibilidad y viabilidad de proyectos en el área de ingeniería química, entre otros.

Además, al ser un proyecto ejecutado en el área, se requiere de un conocimiento general de los diversos cursos de la carrera, para poder plantear medidas apropiadas al nivel de conocimiento de los estudiantes de cada bloque del plan de estudios. También es necesario conocer las tendencias actuales de las diferentes ramas de la ingeniería química para poder definir que es innovador o no en cada una de estas y las posibles oportunidades de negocio a partir de estas. Todo lo anterior para diseñar efectivamente el modelo propuesto.

2. Marco teórico

2.1. Perfil profesional del ingeniero químico

La ingeniería química es definida como el campo profesional donde los conocimientos matemáticos y científicos, particularmente los químicos, son aplicados en la utilización de la materia y energía en beneficio humano. Además, la competencia del ingeniero químico puede desarrollarse a través del estudio, la aplicación del conocimiento y la experiencia (American Institute of Chemical Engineers, 2016).

Diversas instituciones de educación superior alrededor del mundo añaden elementos que enriquecen este perfil, adaptándolo al contexto y realidad de cada región. Por ejemplo, la universidad mejor clasificada del mundo (QS Quacquarelli Symonds Limited, 2019) y primera en ofrecer la carrera como tal, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, destaca que la ingeniería química ofrece un vínculo único que une las ciencias moleculares y la ingeniería. Aparte de la química y la matemática también resalta la importancia de la física y la biología en este campo de estudio (Massachusetts Institute of Technology, s.f.).

En Costa Rica, el perfil del ingeniero químico está definido legalmente como el profesional que aplica las ciencias, físicas y químicas, en los procesos productivos, efectuando cambios en la materia y la energía. Lo anterior sin dejar de lado las relaciones humanas y económicas. El enfoque de la carrera es en las industrias de proceso, en donde se utilicen las operaciones y procesos unitarios para la producción de diversos productos y sustancias. Cabe destacar que también es competencia del ingeniero químico el estudio, ensayo y desarrollo de nuevos productos, procesos y equipos (Ministerio de Ambiente y Energía, 2012).

Por su parte, la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, establece que el profesional del área utiliza los conocimientos técnicos, en ciencias e ingeniería, en conjunto con los saberes administrativos, económicos y humanos para sacar el máximo provecho de los recursos disponibles en los procesos productivos. Destaca que el ingeniero químico diseña, construye y supervisa industrias, así como dimensiona y selecciona equipos para estas. Finalmente, señala que es capaz de evaluar la factibilidad de los proyectos de este tipo (Universidad de Costa Rica, 2018).

Actualmente, la carrera en la Universidad de Costa Rica está en el proceso de realizar una revisión del plan de estudios por lo que podría haber variaciones con respecto a este sentido. Se ha identificado que se han dado variaciones, tanto en el campo de estudio como en la realidad nacional y mundial, que ameritan que se hagan cambios curriculares con el fin de adaptarse a los nuevos tiempos. Se ha identificado que es esencial fortalecer los conocimientos en biología, bioquímica y programación, por ejemplo (Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, 2016).

2.2. Acreditación de la carrera

Actualmente la carrera de Licenciatura en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio Brenes, cuenta con tres acreditaciones: la del Ente Canadiense de Acreditación en Ingeniería (CEAB, por sus siglas en inglés), la de la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y Arquitectura (AAPIA), del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), y finalmente la del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) (Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, 2019).

La acreditación lo que busca es el cumplimiento de criterios y estándares de calidad por parte de los programas y carreras universitarios. Este proceso es voluntario, riguroso y de mejora continua. En este se realizan una serie de evaluaciones internas y externas con el fin de encontrar oportunidades que permitan el mejoramiento constante (Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior, 2019).

La primer acreditación que obtuvo la escuela fue la del CEAB en el año 2014 (Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, 2019). Según el Canadian Engineering Accreditation Board (2018), la institución interesada en acreditar su programa debe demostrar que los graduados desarrollan los siguientes atributos:

1. Conocimientos básicos de ingeniería
2. Análisis de problemas
3. Investigación
4. Diseño
5. Uso de herramientas de ingeniería
6. Trabajo individual y grupal
7. Habilidades de comunicación
8. Profesionalismo
9. Impacto de la ingeniería en la sociedad y el ambiente
10. Ética y equidad
11. Economía y gestión de proyectos
12. Aprendizaje a lo largo de la vida

2.3. Aporte de la ingeniería química a la sociedad

Desde el Siglo XX, la ingeniería química ha mejorado la calidad de vida de las personas y ha transformado múltiples industrias. Ha tenido un papel importante en áreas tan diversas como la farmacéutica, la petroquímica y la manufactura. Como se aprecia en la Figura 2.1, actualmente los principales aportes de la carrera a la sociedad son en la generación de energía, el fortalecimiento de la producción alimentaria, la protección del medio ambiente, la mejora de los materiales que utilizamos, el avance de la biomedicina y el desarrollo de la electrónica (American Institute of Chemical Engineers, s.f.).

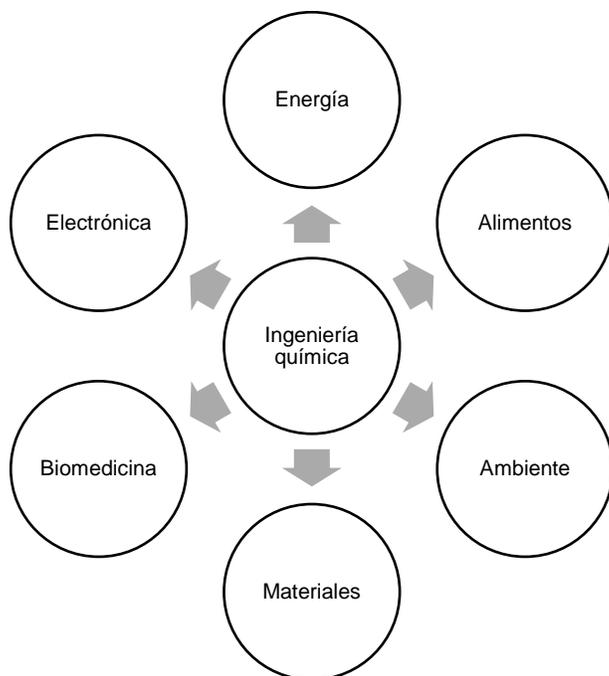


Figura 2.1. Principales áreas de trabajo de la ingeniería química

Los inicios de la profesión estuvieron íntimamente relacionados con el sector energético y la producción de combustibles. Hoy en día la carrera presenta un abanico de posibilidades en campos tan diversos como la biotecnología, los productos de consumo masivo, las soluciones ambientales, entre otras. La versatilidad de la ingeniería química ha propiciado la innovación y emprendimiento, aunado al hecho de que muchos graduados han liderado organizaciones de la talla de 3M, Intel y Texaco, por mencionar algunas (Massachusetts Institute of Technology, s.f.).

En el contexto costarricense, se pueden encontrar múltiples compañías que desarrollan sus operaciones en las diversas áreas de la carrera, siendo ejemplos destacados: Refinadora Costarricense de Petróleo, Instituto Costarricense de Electricidad (Energía), Intel (Electrónica), Unilever, KraftHeinz (Alimentos), Boston Scientific, Hologic (Biomedicina), ArcelorMittal (Materiales) y Geocycle (Ambiente).

2.4. Situación laboral de la ingeniería química en Costa Rica

Según el Consejo Nacional de Rectores (2016), el Observatorio Laboral de Profesiones (OLaP) realiza la llamada radiografía laboral de las diversas carreras que componen la oferta en educación superior universitaria costarricense. En ella se presenta información relativa a la realidad laboral a la que se enfrentan los graduados universitarios.

Estos datos permiten conocer cuál es la realidad nacional con respecto a este tema. Al momento de graduarse de la carrera de ingeniería química, el 46,6% encuentra empleo a través de anuncios y ferias del empleo mientras que el 46,6% lo hace a

través del uso de contactos, como profesores, amigos, etc. El restante 6,8% consigue emplearse emprendiendo en un negocio propio o familiar. Si bien es una tendencia minoritaria hay un porcentaje apreciable que elige esta opción. Cabe señalar que el estudio no diferencia entre los diversos tipos de emprendimiento, por lo que no se podría identificar el de base tecnológica. Todo lo anterior se observa en la Figura 2.2.

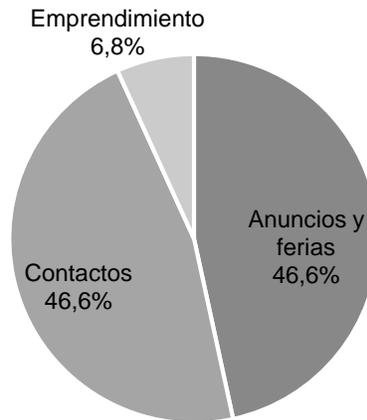


Figura 2.2. Medio por el que consiguió trabajo al momento de graduarse

También, en este estudio se consultó por la situación laboral de los entrevistados. El 100% de los participantes de la investigación tenía empleo en el momento de la entrevista. Como se aprecia en la Figura 2.3, 87% trabajaba para el sector privado mientras que el 6,2% laboraba para el gobierno o una institución pública. El restante 6,9% se desempeñaba en una empresa, propia o familiar, o bien realiza el ejercicio liberal de la profesión. Al igual que en el caso anterior, si bien es una tendencia minoritaria hay un porcentaje apreciable que elige esta opción. Incluso hay un mayor porcentaje de trabajadores laborando en una empresa familiar, propia o liberal que para el gobierno o una institución pública.

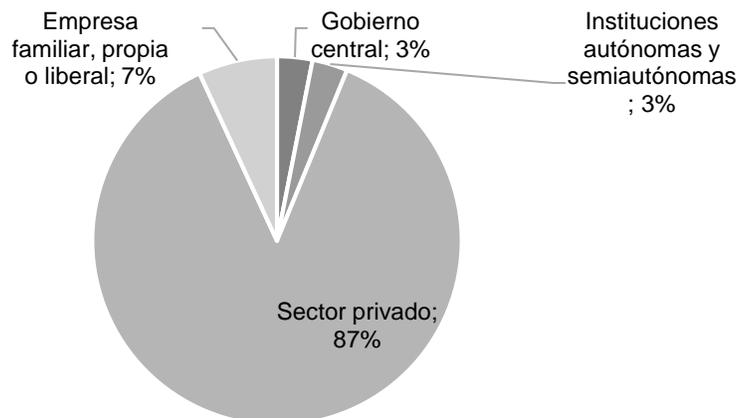


Figura 2.3. Tipo de institución en la que trabaja

En el mundo actual, todas estas organizaciones deben luchar por mantenerse competitivas. Es aquí donde la innovación puede jugar un papel clave.

2.5. Innovación

La innovación es la “creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado” (Real Academia Española, 2019). Por lo tanto, tiene un carácter dual. Por un lado, es relativa a la creación de nuevas formas de hacer las cosas. Es decir, novedosas tecnologías, modelos de negocio, estrategias de mercadeo, etc. Sin embargo, también tiene una naturaleza económica intrínseca por lo que, para que algo sea innovador, debe generar un impacto en el mercado.

Si bien la innovación no garantiza el éxito de una organización, la falta de esta sí augura su fracaso. Por lo que es vital el trabajo con las personas que las integran y la generación de una cultura innovadora que fomente la iniciativa y la capacidad de poner las ideas en acción. Existen dos grandes motores para la innovación: el instinto de supervivencia y la competitividad (Fundación de la Innovación Bankinter, 2010).

2.5.1. Innovación en la Unión Europea

A nivel mundial este tema es de gran relevancia y actualidad. Tal es el caso del programa de investigación e innovación, Horizonte 2020, de la Unión Europea. Esta iniciativa busca que las grandes ideas puedan desarrollarse y llegar más ágilmente al mercado. Se basa principalmente en los siguientes tres ejes:

1. **Ciencia excelente:** busca mantener la relevancia de la Unión Europea en el contexto científico internacional. Esto lo hace a través de la financiación de investigaciones en las fronteras del conocimiento, ayudas económicas para la formación y desarrollo profesional de los investigadores, la inversión en tecnologías futuras y emergentes y en infraestructura de investigación.
2. **Liderazgo industrial:** busca mantener la relevancia de la Unión Europea en el contexto industrial internacional. Esto lo hace a través de la financiación de acciones que fomenten el liderazgo en las tecnologías industriales y de capacitación, el apoyo económico y el acceso al capital de riesgo a las pequeñas y medianas empresas.
3. **Retos de la sociedad:** busca generar beneficios en la población en temas relativos a la salud y bienestar, la seguridad alimentaria, la producción de energía sostenible, los medios de transporte inteligentes, el medio ambiente y la creación de sociedades inclusivas, innovadoras, reflexivas, seguras y libres.

Para lograr esto el programa Horizonte 2020 cuenta con un sólido respaldo político que se traduce en una inversión de 80 000 millones de euros a ejecutarse en el periodo comprendido 2014-2020. Los actores políticos europeos concuerdan en que este programa es fundamental para el futuro de Europa y que sentará las bases

para un desarrollo inteligente, sostenible e integrador para la región. Todo esto forma parte de la Estrategia Europa 2020 (Comisión Europea, 2014).

2.5.2. Innovación en América Latina y el Caribe

En la región se ha experimentado un crecimiento importante en cuanto a la innovación. Esto ha repercutido en el desempeño de América Latina y el Caribe en los indicadores internacionales. Sin embargo, cuando se comparan estos avances con los de países más desarrollados y economías emergentes, es evidente que hay un rezago en la región.

Se esperaría una mayor cantidad de publicaciones para los montos invertidos en I+D. Además, en el caso de la generación de patentes, América Latina y el Caribe se ha quedado atrás con respecto a otros países emergentes, como China e India (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

2.5.3. Innovación en Centroamérica y el Caribe

En Centroamérica y el Caribe, Costa Rica, Cuba y Panamá han realizado solicitudes de patentes por parte de las universidades, las cuales han sido otorgadas en varias ocasiones (Cuadro 2.1). En el caso de la Universidad de Costa Rica, esta cuenta en su haber con 3 diseños industriales y ha realizado 5 contratos de licenciamiento de tecnología. No es la única en el país ya que el Instituto Tecnológico de Costa Rica posee 3 patentes. Sin embargo, a pesar de que se ha incrementado esta práctica, sigue siendo baja (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015).

Cuadro 2.1. Total de patentes solicitadas y otorgadas en Costa Rica, Cuba y Panamá por institución de educación superior (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015)

País	Institución	Patentes solicitadas	Patentes otorgadas
Costa Rica	Universidad de Costa Rica	16	3 diseños industriales, 5 contratos de licenciamiento de tecnología
	Instituto Tecnológico de Costa Rica	3	3 patentes concedidas
Cuba	Universidad Agraria de la Habana	-	17 productos
Panamá	Universidad de Panamá	-	1 patente

Para el caso de El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua, República Dominicana no hay datos disponibles para el número de patentes e invenciones realizadas por el Sistema de Educación Superior (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015).

2.5.4. Innovación en Costa Rica

Costa Rica no es ajena a las tendencias mundiales y posee un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el periodo 2015-2021. Este documento busca servir de hoja de ruta para el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones y los demás actores públicos y privados de tal manera que sirva de referencia para la aplicación de políticas públicas que impacten socio-productivamente a la sociedad y economía del país.

Es importante destacar que esto involucra a los diferentes actores sociales que están relacionados con la ciencia, tecnología e innovación. Por lo tanto, hace parte de esto la academia y el sector industrial. A su vez, este proceso está íntimamente ligado a la educación ya que para hacer esto posible Costa Rica debe mejorar en cantidad y en calidad el Capital Humano disponible en las áreas de ciencia, tecnología e innovación.

En el Siglo XXI se busca migrar a un modelo económico y social basado en el conocimiento y la innovación. Este es un esquema en el que se le da relevancia a la creación de valor agregado a productos y servicios, donde se quieren fomentar los emprendimientos productivos y se da una revitalización de las industrias presentes en el país, a través del uso de nuevas tecnologías. Todo esto con el fin de generar una sociedad competitiva, productiva y en la que hay un estado de bienestar para los habitantes (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2015).

El sector industrial costarricense se ha interesado por la innovación en los últimos años. Tanto es así que en el 2019 se realizó el sexto congreso de innovación donde se trataron temas de importancia para la Cámara de Industrias de Costa Rica como lo es la Norma ISO en la Gestión de la Innovación y el impacto de esta última en el talento humano (Cámara de Industrias de Costa Rica, 2019)

2.5.5. Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación u Oficinas de Transferencia y Licenciamiento en Costa Rica

En Costa Rica, destacan las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación u Oficinas de Transferencia y Licenciamiento de las universidades, públicas y privadas. Este tipo de organismos sirven de vínculo entre la industria y la academia y tienen el fin de transferir resultados de I+D a las empresas, a través de instrumentos tales como las licencias.

Destaca la Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (de la Universidad de Costa Rica), el Centro de Vinculación Universidad Empresa (del Instituto Tecnológico de Costa Rica), la Oficina de Transferencia Tecnológica y de Vinculación Externa (de la Universidad Nacional) y el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología) (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015).

En el caso de la Universidad de Costa Rica, la evaluación del conocimiento, su protección (con una patente, por ejemplo) y transferencia se realiza a través de PROINNOVA, quien además da asesoría y capacitación en esta materia, entre otros servicios (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación, 2019).

2.6. Emprendimiento

El Marco Europeo de Competencias de Emprendimiento define el emprendimiento como la capacidad que tiene una persona u organización de actuar ante las ideas y oportunidades transformándolas en valor, financiero, social o cultural, para los demás. Existen diferentes tipos de emprendimiento: social, verde, digital, entre otros. Además, este tipo de iniciativas pueden darse en el sector público o privado.

Al ser una competencia, aplica a los diversos aspectos de la vida de las personas permitiéndoles su desarrollo personal, contribuir al desarrollo de la sociedad y lo que es la creación de startups o escalamiento de estas (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016).

Más que un hecho puntual es un proceso visionario en el cual una idea novedosa se transforma en una innovación exitosa. Para esto es indispensable la gestión del riesgo y el uso de habilidades, como la creatividad, y de valores, como la persistencia. No necesariamente está asociado al inicio de un negocio ni todo comercio o industria es indispensablemente un emprendimiento (Curto, 2012).

2.6.1. Emprendimiento a nivel mundial

El Global Entrepreneurship Index es un indicador compuesto elaborado todos los años por The Global Entrepreneurship and Development Institute. Este mide la salud del ecosistema emprendedor de los diversos países del mundo. Toma en cuenta tanto la calidad de los emprendimientos que se generan, así como el apoyo del ecosistema emprendedor.

Según el Cuadro 2.2, destacan los casos de Estados Unidos y Suiza. En Centroamérica, Sudamérica y el Caribe destaca el caso de Chile mientras que Costa Rica ocupa la posición 56 en el ranking (The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2018).

Cuadro 2.2. Posición relativa y puntuación de los países líderes por región y Costa Rica en el Global Entrepreneurship Index 2018 (The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2018)

Región	País	Posición relativa	Puntuación
Asia-Pacífico	Australia	5	75%
Europa	Suiza	2	80%
Medio oriente y Norte de África	Israel	16	65%
Norteamérica	Estados Unidos	1	84%
Centroamérica, Sudamérica y el Caribe	Chile	19	59%
África subsahariana	Botsuana	52	35%
Centroamérica, Sudamérica y el Caribe	Costa Rica	56	33%

2.6.2. Emprendimiento en Centroamérica y el Caribe: Incubadoras y aceleradoras de empresas

Este tipo de organizaciones asisten a los proyectos y empresas en sus etapas iniciales, dando una serie de servicios a los emprendedores. Buscan hacer más fácil la introducción y crecimiento de los emprendimientos en los mercados.

En la región este es un fenómeno reciente salvo alguna excepción como el Centro de Incubación de Empresas fundado en 1994 en Costa Rica. Usualmente se ubican en zonas urbanas y cuentan con el apoyo de universidades. En el caso de Panamá se pueden mencionar UTP EMPRENDE Y UTP INCUBA, de la Universidad Tecnológica de Panamá, el Centro de Desarrollo de Emprendedores de la USMA, de la Universidad Católica Santa María la Antigua, y las aceleradoras de empresas de Panamá y Don Alberto Motta.

En el caso de Nicaragua y República Dominicana aún no se presentan resultados importantes, dado el plazo en el cual han estado operando. Sin embargo, en el primer caso se ha contemplado un fondo de capital semilla para el financiamiento de los proyectos más interesantes y en el segundo hay un Programa Nacional de Incubación de Empresas (PROINCUBE) (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015).

2.6.3. Incubadoras y aceleradoras de empresas en Costa Rica

En el sector público, destaca la Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento (de la Universidad de Costa Rica), la Incubadora Mixta de Emprendimientos (de la Universidad Nacional), el Centro de Incubación de

Empresas (del Instituto Tecnológico de Costa Rica) y la Aceleradora de Empresas, Creatividad y Emprendimientos en Alta Tecnología (Centro Nacional de Alta Tecnología) (Centro Interuniversitario de Desarrollo, 2015).

En el sector privado, se pueden mencionar actores como Yo Emprendedor, Parque Tec y Carao Ventures (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, 2019).

2.7. Indicadores

Los indicadores permiten simplificar la realidad al dar información útil para la toma de decisiones basadas en evidencia. Además, proporcionan señales de advertencia y permiten comparar el desempeño a lo largo del tiempo de un programa u organización. Se obtienen a partir de datos estadísticos y contables (Iizuka & Hollanders, 2017).

2.7.1. Indicadores de innovación

Entre los indicadores de innovación destacan: balanza tecnológica de pagos, citas, Índice de Competitividad Global, Índice de Innovación Global, patentes, publicaciones, recursos humanos en ciencia tecnología e innovación, entre otros (Iizuka & Hollanders, 2017).

2.7.2. Indicadores de emprendimiento

En esta categoría se pueden mencionar: tasa de oportunidades percibidas, tasa de habilidades percibidas, tasa de miedo al fracaso, tasa de intenciones de emprendimiento, total de emprendimientos en etapa temprana, tasa de propietarios de negocios establecidos, entre otros (Global Entrepreneurship Monitor, 2014).

2.8. Innovación y emprendimiento en la ingeniería química

Usualmente la innovación y el emprendimiento se asocia con las tecnologías de la información. Sin embargo, también es un elemento fundamental en la industria química, en áreas tan diversas como lo son: biocombustibles, fuentes de energía alternativas, industria cosmética, del cuidado personal, entre otros (Álvarez, 2016).

La Universidad de Washington ha generado emprendedores y fundadores de startups de entre sus estudiantes, profesores y graduados. Se pueden citar proyectos como OmniOff, que buscaba generar superficies antiadherentes alternativas al teflón, Modumetal, que produce nanoláminas más fuertes y ligeras que el acero, Mirador Biomedical, que hace medidores de presión para dispositivos médicos, entre otros (University of Washington, 2019)

En la Universidad de los Andes se está desarrollando el concepto de Diseño

Integrado para el diseño de procesos y productos químicos innovadores. En este se unen herramientas de la ingeniería química con instrumentos propios del área de la innovación y el emprendimiento, como lo son las técnicas de ideación y los modelos de negocio (Álvarez, 2016).

La Universidad de Costa Rica ha tenido proyectos emprendedores relacionados a la ingeniería química. En el Programa Nacional de Aceleración de Proyectos de Innovación Tecnológica edición 2017 resultaron favorecidos dos proyectos relativos al área de estudio. Esta el secador de café “AC-10” propuesta en la que participa José Alberto Castillo, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Química en la Sede del Caribe.

Por otro lado, está la iniciativa de “Lípidos dietéticos”, que aporta novedosas formas de control metabólico asistido, emprendido por Rodolfo Watson, profesor de la Escuela de Ingeniería Química en la Sede Central (Mora Rojas, 2018).

2.9. Oportunidades de emprendimientos de alto valor en Costa Rica

Según Núñez Corrales y Jiménez Silva (2018), existen una serie de actividades económicas que se ha identificado que representan una posibilidad de generar un impacto económico importante en el país. Cada una es una oportunidad de realizar investigación aplicada e innovación que tiene mayor probabilidad de éxito en el contexto costarricense. Si bien no todas son relativas al campo de la ingeniería química, varias son parte de su quehacer habitual y futuro como lo son: el aprovechamiento de biomasa residual para producción energética a nivel industrial o los métodos de química verde para procesos catalíticos industriales. Estas se sistematizaron en 4 categorías de 10 fronteras que se presentan a continuación:

Cuadro 2.3. Fronteras de investigación aplicada e innovación (Núñez Corrales & Jiménez Silva, 2018)

Categoría	Frontera
Salud y Bienestar	Fármacos de siguiente generación contra la resistencia a antibióticos en patógenos peligrosos Métodos de identificación y tratamiento temprano de enfermedades neurodegenerativas Mecanismos para prevenir y reducir la obesidad Métodos de prevención, detección temprana, mitigación y eliminación de riesgos por enfermedades cardiovasculares Métodos para la prevención y detección de conductas que llevan a accidentes automovilísticos Tecnologías para asistir en la identificación, detección temprana y tratamiento de estrés crónico Integración de biomediciones hacia un expediente médico centrado en el paciente

Continuación Cuadro 2.3. Fronteras de investigación aplicada e innovación (Núñez Corrales & Jiménez Silva, 2018)

Categoría	Frontera
Salud y Bienestar	<p>Métodos y tecnologías para la detección efectiva de agentes alergénicos</p> <p>Tecnologías para el incremento de la adherencia de pacientes a sus medicamentos y tratamientos</p> <p>Desarrollo de tecnologías de diagnóstico clínico portátiles con bajo costo</p>
Agroalimentarias	<p>Detección automática de factores ecológicos del suelo que intervienen en la fertilidad</p> <p>Intervenciones ecológicas de suelos para recuperar su fertilidad</p> <p>Estrategias para la prospección ecológica de especies explotables con alto valor agregado</p> <p>Control automático aplicado a buenas prácticas productivas</p> <p>Intervenciones metagenómicas de ecosistemas para preservar la variedad en especies productivas</p> <p>Transformación del mercado agrícola mediante relocalización de la venta de productos y reducción de la intermediación</p> <p>Implementación de tecnologías de empaquetado biodegradable, de bajo costo y con alta preservación durante el ciclo de producto</p> <p>Identificación de metabolitos primarios y secundarios de alto valor hacia diversificación productiva</p> <p>Mecanismos integrales de trazabilidad inteligente del ciclo de vida de productos alimenticios</p> <p>Tecnologías para la medición in situ de condiciones nutricionales y de higiene de productos alimenticios</p>
Ambiente y Energía	<p>Mecanismos eficientes para transformar carbono secuestrado en elementos industriales</p> <p>Tecnologías para la biorremediación de recursos hidrográficos a gran escala</p> <p>Tecnologías de horizonte infinito de planificación para integración de recursos no gestionables a redes eléctricas inteligentes</p> <p>Aprovechamiento de biomasa residual para producción energética a nivel industrial</p> <p>Desarrollo de baterías de ultra alto rendimiento y factor de forma reducido</p> <p>Intervenciones ecológicamente sostenibles en zonas con fuentes naturales de riesgo</p>

Continuación Cuadro 2.3. Fronteras de investigación aplicada e innovación (Núñez Corrales & Jiménez Silva, 2018)

Categoría	Frontera
Ambiente y Energía	Desarrollo de fuentes de energía y tecnologías de siguiente generación basadas en fusión e hidrógeno Desarrollo de variedades genéticas con resiliencia ecosistémica al cambio climático Métodos novedosos de purificación ambiental de agua por contaminantes emergentes Métodos de química verde para procesos catalíticos industriales
Sociedad Inteligente	Metodologías para construcción de tuberías de datos seguras en ciudades inteligentes Implementación de servicios de confianza monetizables digitales mediante blockchain Tecnologías para identidades digitales seguras y privadas de fácil administración y despliegue Tecnologías para datos abiertos 2.0 Tecnologías para el descubrimiento semántico automatizado de servicios digitales Medios de transporte de datos en geografías adversas hacia una Internet resiliente y energéticamente efectiva Diseño de hogares y espacios humanos de convivencia digitalmente integrados Mecanismos y tecnologías para manufactura digital de alta repetibilidad y velocidad Desarrollo de robótica y automática post-Turing de propósito general Producción de intelectos sintéticos de propósito general consistentes con sistemas éticos

Es importante resaltar que a nivel mundial actualmente se está en el contexto de la cuarta revolución industrial o Industria 4.0. Esto ha generado una serie de cambios en los sistemas de manufactura que hacen que pasen a tener una naturaleza ciberfísica, es decir, que las máquinas posean un componente importante relativo al mundo virtual o internet. Lo cual permite que exista una interacción humano máquina facilitada por las tecnologías de la información (Martínez Villalobos, 2018). Por lo tanto, incluso una categoría como la de Sociedad Inteligente está íntimamente relacionada con el futuro de la profesión.

2.10. Habilidades blandas

La importancia de las habilidades blandas, como la innovación y el emprendimiento, son fundamentales en el desarrollo de los profesionales de hoy en día. Según el

Institute for the Future (2011), el avance acelerado de las tecnologías está redefiniendo las habilidades que requieren los profesionales del futuro. Existen principalmente 6 promotores de este cambio en la actualidad los cuales son: el aumento en la longevidad, el auge de máquinas y sistemas inteligentes, el establecimiento de un mundo cada vez más dependiente de las computadoras, la aparición de nuevas formas de comunicación, la aparición de organizaciones superestructuradas (las cuales generan nuevas formas de producción y creación de valor) y, finalmente, el aumento en la conectividad global.

Por otra parte, la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (2018) señala que es fundamental aumentar la cantidad de talento humano especializado en industrias de alto valor agregado y además señala que es clave fortalecer las habilidades blandas.

2.10.1. Desarrollo de habilidades blandas

Según Cinque (2016), las habilidades blandas se pueden desarrollar a través de metodologías de aprendizaje. Se pueden trabajar en contextos formales como informales y dentro y fuera de las clases. En el contexto del aula se pueden desarrollar a través de laboratorios, programas, proyectos, sesiones de práctica, talleres, tareas individuales o grupales y visitas a empresas. También pueden formar parte de la malla curricular. A continuación, se detallarán posibles metodologías a utilizar:

- **Aprendizaje basado en problemas/proyectos:** los estudiantes trabajan grupos en un problema o proyecto propuesto, guiados por el profesor.
- **Aprender haciendo:** los estudiantes se enfrentan a un reto real y aprenden de la situación.
- **Aprendizaje por experiencia:** es el proceso de encontrarle sentido a las experiencias vividas.
- **Aprendizaje por reciprocidad:** parejas de estudiantes se ayudan entre sí con el fin de alcanzar un fin común.
- **Búsqueda activa de significado:** trata de ayudar al estudiante a encontrar el sentido, personal o social, de lo que hace con el fin de que pueda enfrentarse a las dificultades que enfrentara en la vida.
- **Dominio progresivo:** es el que se alcanza a través del entrenamiento y esfuerzos constantes.
- **Reflexión crítica:** los estudiantes son puestos a realizar tareas específicas que requieren de la reflexión.

2.10.2. Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea

La Comisión Europea estableció el Marco de Competencias de Emprendimiento el cual define una serie de áreas y competencias que se requieren para emprender

(Cuadro 2.4). Lo anterior forma parte de la Agenda de habilidades nuevas de Europa: trabajando juntos en el fortalecimiento del capital humano, empleabilidad y competitividad. La idea es que cualquier persona pueda tener a su alcance las competencias que requiere para su desarrollo personal, empleo, inclusión social y ciudadanía activa.

Cuadro 2.4. Áreas y competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016)

Área	Competencia	Definición
Ideas y oportunidades	Detección de oportunidades	Uso de la imaginación y las habilidades para la identificación de oportunidades de crear valor
	Creatividad	Tener y desarrollar ideas con propósito
	Visión	Trabajar en post de un escenario futuro deseado
	Valoración de ideas	Obtener la mejor alternativa entre las oportunidades y posibilidades
Recursos	Pensamiento ético y sustentable	Evaluar las consecuencias e impacto de los pensamientos, oportunidades y acciones.
	Autoconocimiento y autoeficacia	Crear y conocerse en sí mismo y dedicar tiempo al desarrollo personal
	Motivación y perseverancia	Mantenerse enfocado y no rendirse
	Movilización de recursos	Conseguir y administrar aquello que sea necesario para un fin
	Educación financiera y económica	Saber cómo gestionar los recursos
En acción	Movilización de otros	Inspirar, entusiasmar y sumar a otros
	Tomar la iniciativa	Ir por lo que se quiere
	Planificación y gestión	Organizar, priorizar y dar seguimiento
	Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo	Tomar decisiones a pesar de las circunstancias inciertas
	Trabajar con otros	Trabajar en equipo, colaborar y establecer redes.
	Aprender a través de la experiencia	Formarse haciendo

El Marco de Competencias de Emprendimiento tiene su origen en 2006 cuando la Unión Europea planteo las competencias de aprendizaje a lo largo de la vida. Uno de los puntos era relativo al sentido de iniciativa y emprendimiento.

Se busca que este instrumento sirva de guía, tanto al sector público como al privado, para el asesoramiento, entrenamiento y mentoría de las personas jóvenes y aquellas poblaciones que buscan su inserción laboral. Cabe destacar que las competencias se van desarrollando progresivamente en las personas desde un nivel inicial hasta el experto, pasando por etapas intermedias y avanzadas (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016).

2.11. Design thinking

Según Overby (2019), es una metodología estructurada utilizada para el logro de la innovación que desafía las suposiciones establecidas y busca nuevas formas de hacer las cosas. Favorece el pensamiento radical, el entendimiento profundo de los clientes y la reducción de los riesgos asociados.

Se comenzó a aplicar en las áreas de la arquitectura y el diseño de productos. Más recientemente se ha utilizado en otros procesos empresariales y el desarrollo ágil de soluciones, particularmente en lo que son las tecnologías de información.

El método consta de los siguientes diez pasos:

1. Entendimiento del problema e identificación de las necesidades y el contexto de los usuarios.
2. Recolección de información acerca de las posibles soluciones a la problemática.
3. Análisis de los diversos actores involucrados en la problemática y sus posibles soluciones.
4. Establecimiento de posibles limitaciones en cuanto a tiempo, dinero o recursos y maneras de superarlas.
5. Análisis de riesgos asociados
6. Definición de las características de la solución
7. Diseño creativo a través de la lluvia de ideas y la propuesta de alternativas de solución.
8. Diseño conceptual a partir de la selección del concepto que mejor encaje con la investigación realizada previamente.
9. Diseño de prototipo de este concepto
10. Validación del prototipo

2.12. Metodologías de mejora continua

Buscan mejorar, metódica y constantemente, la actuación de las organizaciones generando cambios que permiten obtener beneficios como: ahorro de recursos, mejoramiento en la calidad, aumento en el desempeño de los colaboradores, el desarrollo de nuevas soluciones, entre otros. Todo lo anterior permite mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones.

Actualmente, existen una amplia variedad de modelos de mejora continua como los son: Modelo al Premio Europeo de la Calidad, Deming, Six-Sigma, Kaizen, 7 Pasos, Philip Crosby, entre otras (Herrera, D'Armas, & Arzola, 2012). En el sector industrial, una de las metodologías de mejora continua de referencia es Lean Manufacturing (Escuela de Organización Industrial, 2013).

2.12.1. Lean Manufacturing

Originalmente fue planteada en Japón por los ingenieros Taiichi Onho y Shigeo Shingo, quienes laboraban para la empresa Toyota. Busca la optimización de las organizaciones a través de la eliminación de desperdicios los cuales pueden presentar múltiples facetas como: cantidades inadecuadas de inventario, defectos de fábrica, procesamiento excesivo, entre otras. También pretende eliminar todo aquello que no genere valor en el consumidor.

Lean Manufacturing se trata de la creación de una cultura organizacional enfocada en la mejora continua y basada en los principios de la comunicación y el trabajo en equipo. Su magia radica en el esfuerzo, consistente en el tiempo, de buscar y aplicar esfuerzos que permitan mejorar la forma en que se realizan las cosas. Este no es un concepto estático ya que la implementación de esta metodología depende de cada caso. No existen fórmulas, es un proceso que evoluciona constantemente como consecuencia de las lecciones aprendidas (Escuela de Organización Industrial, 2013).

2.12.2. Lean Startup

En emprendimiento, una de las posibles metodologías a utilizar es la de Lean Startup, derivada de Lean Manufacturing. Propuesta por Eric Rice (2011), plantea una metodología mediante la cual se pueden crear empresas de éxito a partir de procesos de innovación continua. Se basa en los siguientes principios:

- Los emprendedores trabajan en todo tipo de organizaciones creando soluciones en condiciones de gran incertidumbre. Por lo que es posible encontrar emprendedores en instituciones públicas, empresas de todo tamaño y en otro tipo de organizaciones humanas. Estas personas se dedican a crear soluciones, las cuales pueden ser productos o servicios.
- Todo emprendimiento es una institución humana que requiere de un sistema de gestión que le permita ofrecer sus productos o servicios innovadores de manera continua, en un contexto incierto. No solo se trata de crear la solución sino de poder generar una estructura que le permita ser sostenible en el tiempo.
- Aprendizaje retroalimentado a partir del estudio experimental continuo. En el desarrollo de soluciones innovadoras es de vital importancia la realización de pruebas y experimentos que permitan comprobar, descartar, cambiar o adaptar ideas a través de la interacción con las personas involucradas en la problemática que se desea solventar.
- Aplicación de ciclos de creación, medición, aprendizaje que permitan el ajuste de los productos y/o servicios a los requerimientos de los consumidores. La creación de soluciones requiere de procesos iterativos en los cuales se realicen ajustes, se mida su impacto y, a partir de ahí, se generen aprendizajes útiles para la próxima iteración.
- Registro de resultados y uso de indicadores que permitan cuantificar el

progreso. La información generada debe ser recopilada y sistematizada, de manera de que no se pierda. Además, se deben tener indicadores que permitan determinar el avance alcanzado, el establecimiento de hitos, la priorización de tareas, entre otros.

2.13. Propuesta de valor

El diseño de la propuesta de valor lo que busca es la creación de soluciones que estén alineadas con lo que los usuarios quieren. Permite de manera simple sistematizar la información relativa a estos y hacer visibles los patrones de creación de valor. Además, evita que se desperdicien los recursos en propuestas que no van a funcionar facilitando así el diseño, prueba e introducción en el mercado de aquellas que si lo harán.

El instrumento utilizado para registrar la información importante se llama lienzo de propuesta de valor. Tiene dos partes: el perfil del usuario y el mapa de valor. El primero sirve para entender al usuario, el segundo describe la manera en la que se pretende crear valor para él. Se busca que exista una concordancia entre ambas partes y que una responda a la otra.

Al perfilar al usuario se indaga en la problemática que estas personas desean resolver, los dolores que genera esta situación y las ganancias que desean obtener. Al crear la solución se especifican los productos y servicios ofrecidos para resolver la problemática, la manera en que se alivian las frustraciones de los usuarios y como se mejora el resultado obtenido (Osterwalder, 2015).

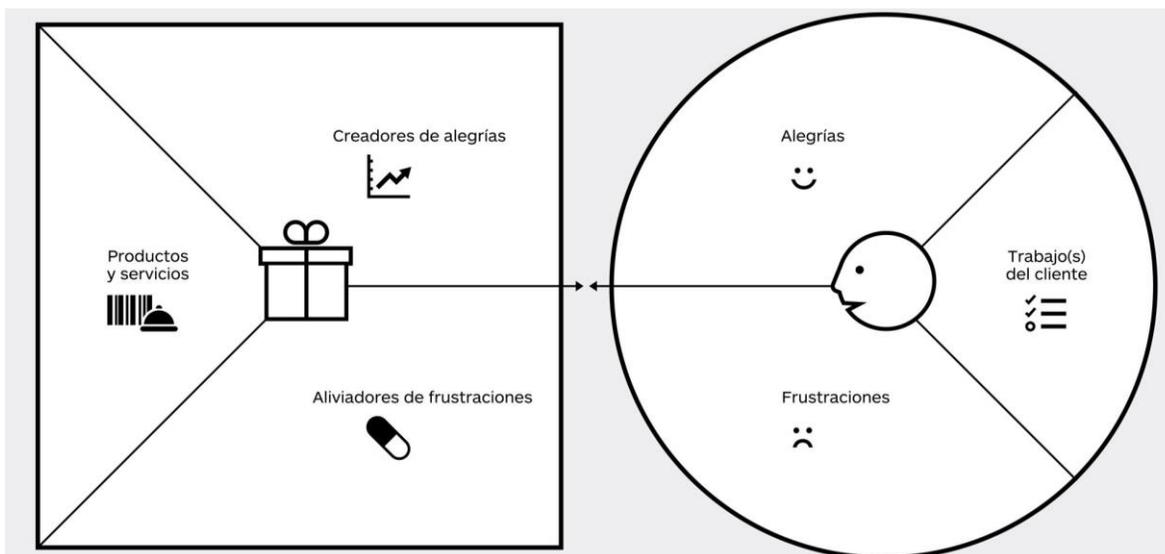


Figura 2.4. Lienzo de propuesta de valor (Osterwalder, 2015)

2.14. Actividades de aprendizaje

Actualmente existen tendencias en la educación superior que proponen hacer del

trabajo y dedicación del estudiante el eje de organización de la actividad docente. Si bien el temario es parte importante de esto, una propuesta completa debe incluir explícitamente que tipo de operaciones debe ser capaz de hacer el estudiante a partir de los contenidos. Es diferente que una persona conozca de memoria una serie de tópicos a que sea capaz de establecer relaciones entre ellos o que aplique los conceptos a casos de la vida real.

En este contexto cobra gran importancia el concepto de las actividades de aprendizaje. Estas son todas aquellas acciones que permiten al estudiante asimilar un determinado contenido y la manera en la que es capaz de utilizarlo. Se utilizan para aprender, adquirir o construir conocimiento. Representan recursos para el logro del aprendizaje y no solo un medio para comprobarlo.

Entre los ejemplos de actividades de aprendizaje podemos citar: las guías de estudio, las preguntas o ejercicios realizados en clase, las prácticas, entre otros. Existen muchas maneras de clasificarlas como la taxonomía de Bloom que las categoriza en actividades de análisis, aplicación, comprensión, evaluación y síntesis.

Sin embargo, es de mayor utilidad dividir las actividades de aprendizaje entre las que producen conocimiento inerte y funcional. El primero solo responde a ciertas situaciones o preguntas concretas. El segundo se aplica en múltiples situaciones y es el que se utiliza para resolver problemas de la vida real. Ambos tipos son importantes y definidos según lo que se desea. Ningún tópico es intrínsecamente de una clase u otra, su asignación depende del objetivo que se desea lograr en el aprendizaje (Penzo, 2010).

2.14.1. Diseño de actividades de aprendizaje

El punto de partida para el diseño de las actividades de aprendizaje son los contenidos de información que se desean transmitir. Pueden ser definiciones, descripciones, procedimientos, entre otros. Se pueden comunicar de diversas maneras: oral, escrita, medios audiovisuales, etc. Posterior a esto hay que definir el tipo de actividad que se va a utilizar para la adquisición del conocimiento y el nivel de competencia que se quiere lograr en dicho tópico. Esta actividad puede generar conocimiento inerte o funcional.

A grandes rasgos el conocimiento inerte se desarrolla en actividades de memorización que buscan la reproducción literal y exacta de contenido. Por otro lado, el conocimiento funcional se consigue a través de actividades de aplicación y resolución de problemas que requieran del uso de información para su solución. No es posible que todos los conocimientos sean de carácter funcional por lo que es importante hacer una selección de aquellos contenidos que se desean desarrollar de esta manera (Penzo, 2010).

3. Metodología

El presente trabajo busca el diseño un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación, mediante la metodología LEAN, para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. Este proceso se hizo en etapas como se detallará a continuación:

3.1. Definición de la propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

Se definió una propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación que responda a las necesidades y requisitos del estudiantado y la Escuela de Ingeniería Química, de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio Brenes.

Para lograr esto, se realizaron entrevistas a profesores y estudiantes, de diferentes niveles, de la EIQ. También se consideraron personas clave del mundo de la innovación y el emprendimiento, nacional e internacional, para lo cual se buscó contactarlas.

Las entrevistas partieron de una serie de preguntas generadoras previamente definidas pero lo suficientemente abiertas para poder indagar en la problemática y la solución. Se buscó entender las razones por las cuales es limitado el emprendiendo y la innovación en la ingeniería química en Costa Rica, es decir, se indagó en la problemática que hay detrás de esto.

Además, se consultó a los entrevistados por cuales son los elementos necesarios y los requerimientos que debe tener una propuesta que desarrolle el emprendimiento y la innovación en el estudiantado. Se exploraron los aspectos son favorables y cuales son desfavorables de la manera en que actualmente se dan los procesos de formación en las habilidades blandas.

3.2. Diseño de las actividades de aprendizaje, documentación y materiales, que en su conjunto componen el prototipo funcional de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

A partir de esta información se estableció qué elementos clave debe tener una posible solución que desarrolle estas habilidades en los estudiantes de la carrera, que aspectos se deben intensificar, dado que son favorables, y cuales subsanar, debido a que son desfavorables. Los hallazgos se sistematizaron a través de la generación de un lienzo de propuesta de valor completo.

Con todo lo anterior se diseñaron las actividades de aprendizaje, documentación y materiales constitutivas del prototipo funcional de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación, implementable en la EIQ.

La información recabada en la investigación bibliográfica y a través de las entrevistas realizadas fue el punto de partida para el diseño del prototipo funcional de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación. Esto estableció los requisitos mínimos y las necesidades que debe solventar la solución.

Con estos datos, se diseñó una serie de actividades de aprendizaje que permiten desarrollar las habilidades de emprendimiento e innovación de los estudiantes en el quehacer formativo de la ingeniería química y no como elementos independientes. Para su creación se consultó en la bibliografía y en el criterio experto de instancias universitarias, como AUGÉ, PROINNOVA y el Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano.

A partir de aquí, se seleccionaron aquellas técnicas que sean más idóneas, según la retroalimentación recibida a través de las entrevistas, las actividades propias del estudiante de la carrera, el quehacer docente y el criterio experto anteriormente mencionado. Una vez escogidas, se adaptaron, modificaron o diseñaron desde cero para ajustarlas al contexto de la ingeniería química.

A través de un estudio de malla curricular del plan de estudios actual, se planteó en cuales cursos, en el desarrollo de cuales temas y de qué manera implementar cada actividad. Se generó la documentación y materiales necesarios para su implementación.

3.3. Validación del prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

Finalmente, se validó el prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación generado ante el estudiantado y profesorado de la EIQ. Para esto se mostraron los prototipos a los profesores y estudiantes, de diferentes niveles, de la EIQ para recibir retroalimentación en cuanto a su utilidad, capacidad de implementación y si la actividad es adecuada al nivel propuesto. También se consideraron personas clave del mundo de la innovación y el emprendimiento, nacional e internacional, para lo cual se buscó contactarlas.

Se buscó entender si los instrumentos desarrollados solventaban la problemática y si cuenta con los elementos solicitados. De tal forma que se determinó si la solución propuesta responde a la problemática, si realmente subsana las carencias más importantes que los involucrados perciben que existen en la actualidad y si intensifica aquellas cualidades que son favorables de las metodologías actuales. También se preguntó por cuales elementos son favorables y aquellos que cambiarían.

Esto generó una validación del prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación y provee insumos para mejorar la propuesta y generar una eventual segunda iteración del proceso para un modelo de mejora continua.

4. Definición de la propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

Se realizó una serie de encuestas y entrevistas a estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre del 2018 hasta abril del 2019. También se consideraron otras personas, dentro y fuera del país, que tuvieran algún aporte en la materia, principalmente en la validación del modelo. El perfil buscado en estas personas fue que tuvieran relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje, innovación y emprendimiento: emprendedores, consultores, políticos, etc.

Para el caso de los estudiantes se consideró como la población de estudio aquellos que estaban cursando durante el II Ciclo 2018 algún curso del sexto bloque de la carrera en adelante. En este grupo se incluyeron todas aquellas personas que estaban realizando su TFG en el momento de la consulta.

Esto se definió así dado que las personas que están en etapas iniciales de la carrera (del primero al quinto bloque) se encuentran matriculados en cursos de corte humanístico, científico y/o introductorios a la ingeniería. Por lo tanto, tienen un conocimiento limitado del campo de estudio y de los procesos propios de la carrera. En cuanto a los profesores, la población considero a todos los que laboraban para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, Sede Rodrigo Facio Brenes, durante el II Ciclo 2018.

Para la estimación de ambas poblaciones se consultó a la EIQ. En el caso del estudiantado, el dato que se consideró fue el número de estudiantes matriculados en el curso teórico más importante del bloque durante el II Ciclo 2018. Este se definió como aquel que los alumnos deben aprobar para poder cursar la mayor parte de las asignaturas del siguiente bloque (Cuadro 4.1). En cuanto al profesorado, se consultó por la cantidad de profesores nombrados en el mismo ciclo.

Cuadro 4.1. Curso teórico más importante, por bloque, del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Bloque	Curso
Sexto	Termodinámica II
Séptimo	Operaciones de transferencia de fluidos y calor
Octavo	Operaciones por separación de fases
Noveno	Operaciones de separación por métodos difusionales
Decimo	Diseño de procesos químicos
Trabajo Final de Graduación	Investigación dirigida

Este tipo de investigaciones dependen de la participación voluntaria de los sujetos de interés. Además, bajo la metodología aplicada, cada nueva encuesta o entrevista

lo que permite es afinar el modelo. Por lo tanto, no se realizó un muestreo estadístico como tal, pero si se contactaron tantas personas como fue posible. Esto se hizo a través de llamadas telefónicas, correos electrónicos, visitas a las aulas, entre otros.

Hay que tomar en cuenta que desde el punto de vista estadístico tradicional esto puede generar sesgos. Sin embargo, el método utilizado genera una serie importante de resultados cualitativos, los cuales no siempre son susceptibles de análisis con este tipo de herramientas. Por otro lado, los datos cuantitativos obtenidos se estudian bajo una óptica descriptiva.

En general se realizaron entrevistas presenciales semiestructuradas (Apéndice 1 y Apéndice 2). En algunos casos se hicieron vía telefónica y en otros se enviaron las preguntas vía correo electrónico. Esto se realizó así por debido a factores como la imposibilidad de coincidir en un espacio físico en un tiempo razonable, la disponibilidad de las personas, entre otros. En total se realizaron 100 entrevistas y 45 encuestas, como se aprecia en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Número de entrevistas y encuestas realizadas a estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Bloque	Encuestas	Entrevistas
Sexto	0	15
Séptimo	10	4
Octavo	7	8
Noveno	0	15
Decimo	0	19
Trabajo Final de Graduación	27	6
Profesores	0	30
Otros	1	3

Los porcentajes de participación en el estudio fueron significativos (Cuadro 4.3). En cuanto a los estudiantes, en los peores casos participaron 1 de cada 3 y en los mejores 1 de cada 2. La gran mayoría del profesorado (85,7%) dio su aporte.

Cuadro 4.3. Número y porcentaje de estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica participantes en el estudio

Bloque	Muestra/Población	Porcentaje/(%)
Sexto	15/39	38,5
Séptimo	14/43	32,6
Octavo	15/28	53,6
Noveno	15/30	50,0
Decimo	19/42	45,2
TFG	33/100	33,0
Profesores	30/35	85,7

4.1. Perfil del usuario

La edad del estudiante de la carrera es de (24 ± 3) años mientras que en el caso de los profesores es de (38 ± 10) años. En ambos casos son grupos jóvenes con una vida profesional por delante, siendo de 41 años para los primeros y de 27 años para los segundos (esto suponiendo una edad de pensión de 65 años).

En el estudio participaron porcentajes similares de hombres y de mujeres, tanto en el caso del estudiantado (Figura 4.1.a) como para el profesorado (Figura 4.1.b). No se podría afirmar que esta proporción se mantiene en toda la población de estudiantes, pero si cabe destacar que ambos grupos presentan porcentajes importantes. En el caso de los profesores existe una relación similar a la expresada por los datos, dado que se entrevistó al 85,7% de estos.

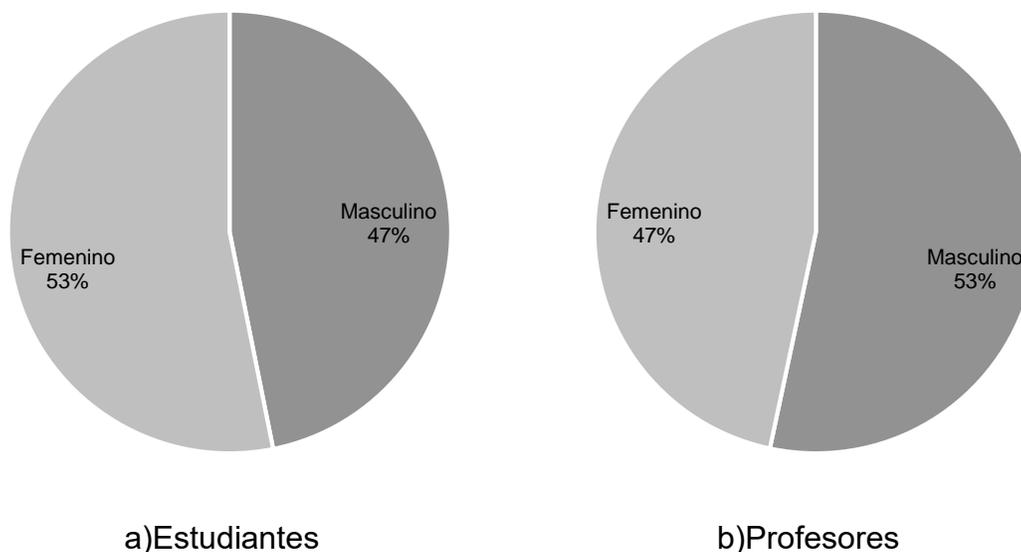


Figura 4.1. Distribución de género del a)estudiantado y b)profesorado de la carrera de Ingeniería Química

Se requiere del conocimiento y el talento humano indicado para desarrollar procesos de innovación. Comparativamente, en Estados Unidos existe una mayor cantidad de doctores en el área de ciencias e ingeniería por cada 100 000 habitantes (18) que, en Costa Rica, donde el valor es bastante menor (2) (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010).

Partiendo de lo anterior, en el caso de la Escuela la mayor parte de los profesores tienen el grado académico de licenciatura en ingeniería química (53%). Sin embargo, también hay porcentajes importantes de personas con maestrías (20%) y doctorados (27%) (Figura 4.2). Por lo que, al menos 1 de cada 4 profesores presenta un doctorado.

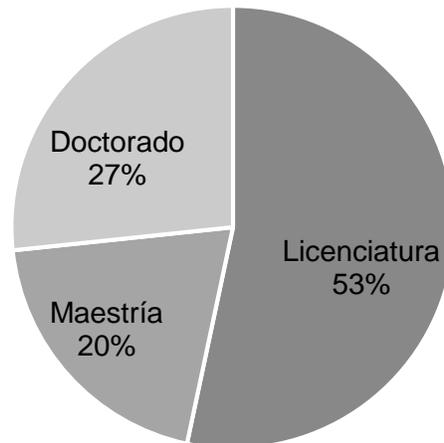


Figura 4.2. Grado académico del profesorado de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Además, existen algunos docentes que poseen formación en áreas afines a la ingeniería química, como lo es la química industrial o la ingeniería de materiales, y otros que cuentan con doble titulación en ingeniería química y otra disciplina como: ingeniería industrial, ingeniería agroindustrial, química y tecnología de alimentos.

Es común que los profesores tengan experiencia en áreas distintas a la docencia (Figura 4.3), tanto porque desempeñan otras labores simultáneamente o bien porque las hayan realizado en el pasado. Alrededor del 50% de los entrevistados señaló tener experiencia en la industria.

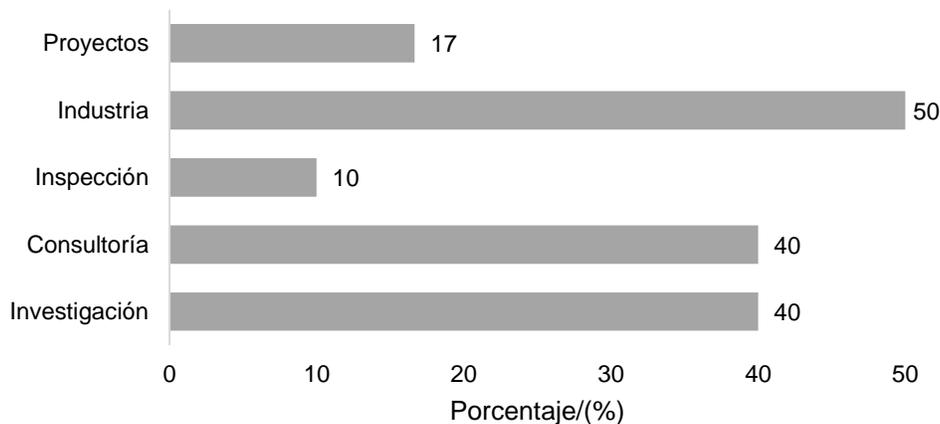


Figura 4.3. Experiencia laboral del profesorado de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Como se observa en la Figura 4.4, al consultar a los profesores por sus áreas de trabajo o experticia se encontró que la mayoría hace uso del diseño experimental (82%), los balances de masa y energía (80%) y las operaciones de transferencia de

fluidos y calor en su cotidianidad (77%). Estos conocimientos representan herramientas más generales de la ingeniería química y son aplicables a sus diversas áreas.

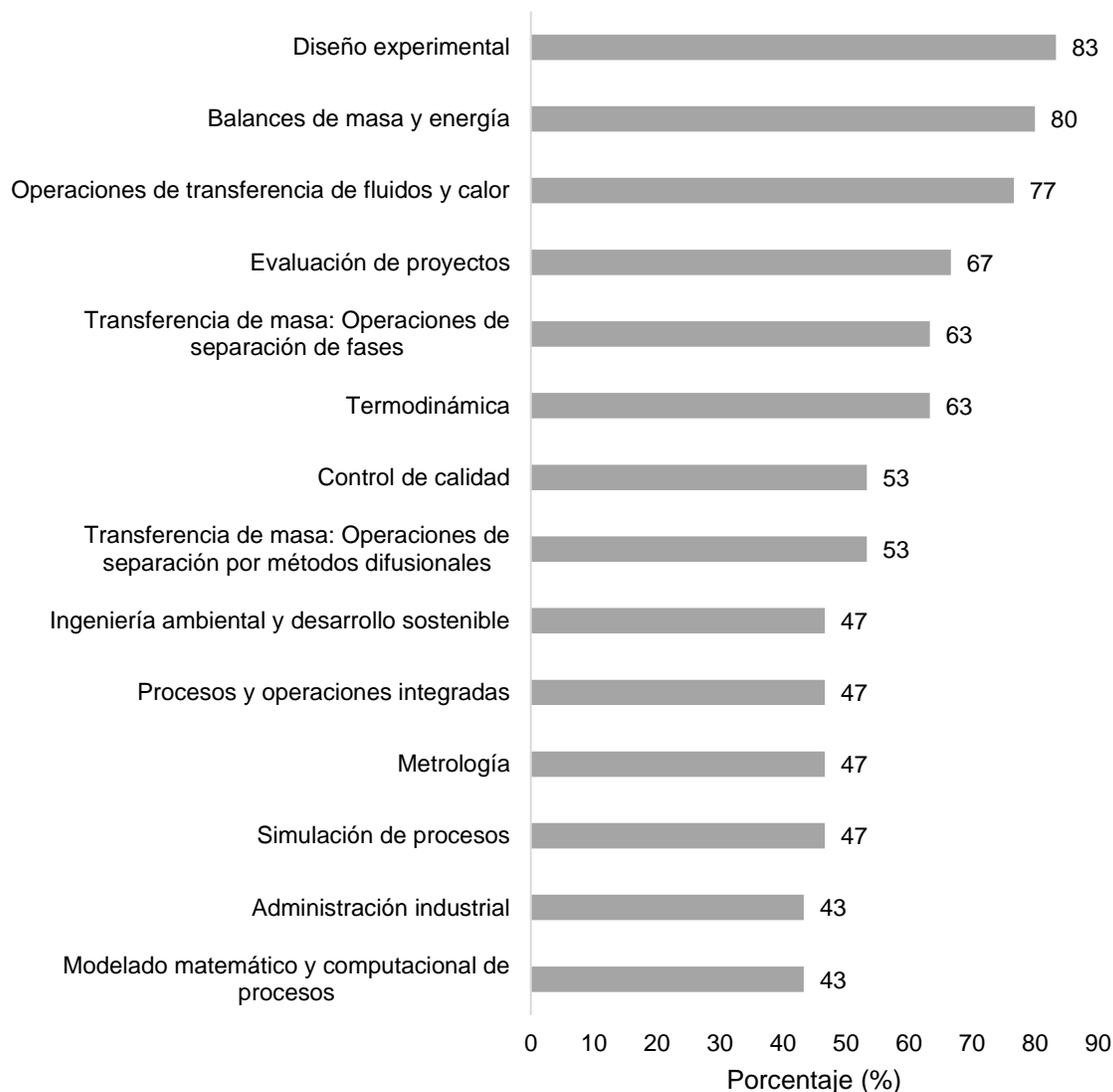


Figura 4.4. Áreas de trabajo o experticia de los profesores más frecuentes

Cabe destacar que un experto se definió como una persona que tuviera mucho conocimiento o experiencia en un área. Sin embargo, esta pregunta fue general y no se indagó a profundidad. Por lo tanto, no se distinguió entre expertos y profesionales que se desempeñaran en una determinada área.

Como se aprecia en la Figura 4.5, al especializarse el nivel de conocimiento, también se reduce el número de profesionales que trabajan en una determinada área. Por lo tanto, no es de extrañar que temas como la electrotecnia (3%), electrónica, microelectrónica y miniaturización (3%), la ingeniería de alimentos (17%) y nanotecnología (17%) cuenten con menor número de funcionarios que las

desempeñen. Aunado al hecho de que los primeros dos temas, a pesar de ser parte de la ingeniería química, son más afines a otras disciplinas como la ingeniería eléctrica. Cabe destacar que otras posibles áreas de la ingeniería química como la química cuántica y computacional no se consultaron, dado que solo hay un especialista en el país (Blanco Picado, 2016). Por otro lado, existe un reservorio de conocimiento que se podría aprovechar como lo es el caso de la ingeniería biomédica (20%), donde uno de cada cinco profesores tiene experiencia en la disciplina. Por lo tanto, existe una diversidad de áreas que se podrían desarrollar dado el conocimiento del profesorado.

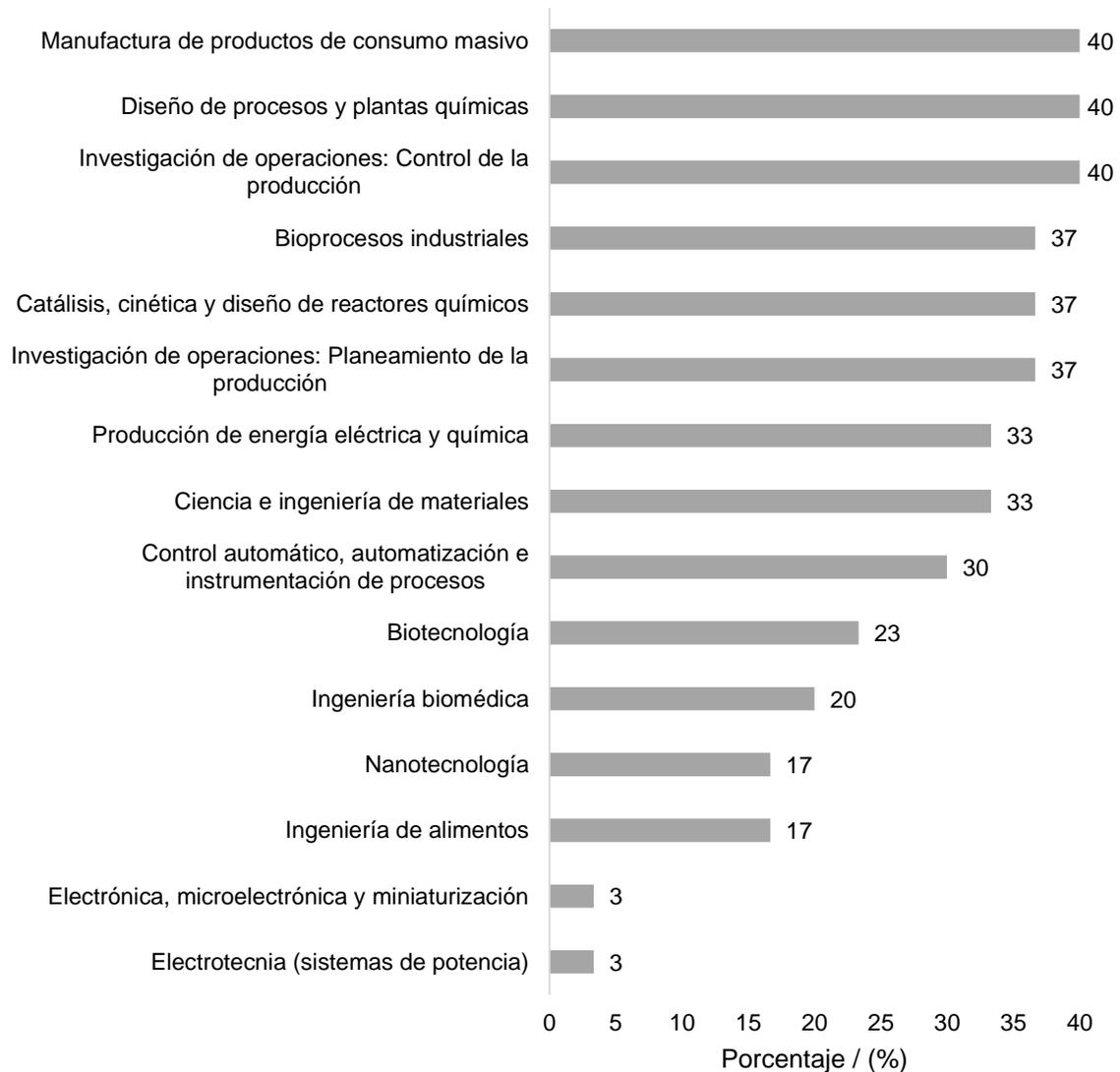


Figura 4.5. Áreas de trabajo o experticia de los profesores menos frecuentes

Todo lo anterior permite modelar el perfil de los usuarios del modelo. En el caso del estudiantado, el arquetipo es un estudiante de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica de la Sede Rodrigo Facio durante el ciclo lectivo. Esta persona tiene 24 años, puede ser tanto hombre como mujer.

En cuanto al profesorado el modelo es un licenciado en ingeniería química profesor de la carrera del mismo nombre, de la Universidad de Costa Rica de la Sede Rodrigo Facio durante el ciclo lectivo. Esta persona tiene 38 años, puede ser tanto hombre como mujer.

4.2. Percepción de la manera en la que se enseña la ingeniería química

Se preguntó al estudiantado y al profesorado de la carrera acerca de que pensaba de la manera en la que se enseñaba la ingeniería química en la UCR: tanto lo que le gusta como lo que le cambiaría.

Los estudiantes mencionaron con mayor frecuencia que hay aspectos por mejorar en cuanto a los cursos (29,7%). Por ejemplo: tener un enfoque más práctico y menos teórico, actualizar los contenidos y el aprendizaje del uso de las herramientas tecnológicas. Sin embargo, también el 28,8% señala que piensa que la forma en la que se enseña está bien, a pesar de que hay aspectos que perfeccionar.

A este grupo lo que más le gusta es que se hagan proyectos en la carrera (21,6%) y el 27,9% le cambiaría temas relativos a los profesores. Por ejemplo: la manera en la que enseñan algunos docentes y el nivel de experiencia de otros. Sin embargo, el dato anterior debe ser revisado con perspectiva ya que, según la Figura 4.3, la gran mayoría cuenta con experiencia ajena a la enseñanza. Además, el 11,7% del estudiantado también señala que le agradan temas relativos al profesorado, como que existen algunos muy buenos y que son accesibles.

Al preguntarle a los docentes acerca de que piensan de la manera en la que se enseña la ingeniería química mencionan con mayor frecuencia temas relativos a la carrera (50%). Por ejemplo: la necesidad de actualizar el plan de estudios y el papel positivo de la acreditación. El 23% del profesorado indica, con respecto a los profesores, posiciones similares a las mencionadas por los estudiantes.

El 26,7% de los docentes señala que lo que más le gusta de la forma en la que se enseña la carrera son los tópicos concernientes a los estudiantes. Por ejemplo: la posibilidad que le ofrece al estudiantado de desarrollarse a lo largo del tiempo, a través de diversas actividades. El 27,6% indica que le cambiaría cuestiones afines a la carrera como mayor conexión con la industria, el trabajo interdisciplinario y el desarrollo de competencias digitales.

Dado todo lo anterior, vale la pena fomentar el desarrollo profesional de los profesores y su capacitación en pedagogía. Esto no porque este necesariamente mal sino debido a que les daría mayores herramientas para enfrentarse al reto de la docencia. Además, sería de utilidad hacer una revisión de aspectos relativos a la carrera como tal: plan de estudios, acreditación, entre otros.

4.3. Habilidades duras por reforzar

Al consultar a los estudiantes por las áreas, cursos o temas que consideran que dominan o que podrían desempeñar actualmente se obtienen resultados similares a los expresados por el profesorado. A partir de la Figura 4.6 se observa que los estudiantes sienten seguridad con respecto a los balances de masa y energía (95%), operaciones de transferencia de fluidos y calor (92%), diseño experimental (83%) y termodinámica (83%). Esto es de esperar ya que representan conocimientos más básicos que se utilizan en los diversos cursos.

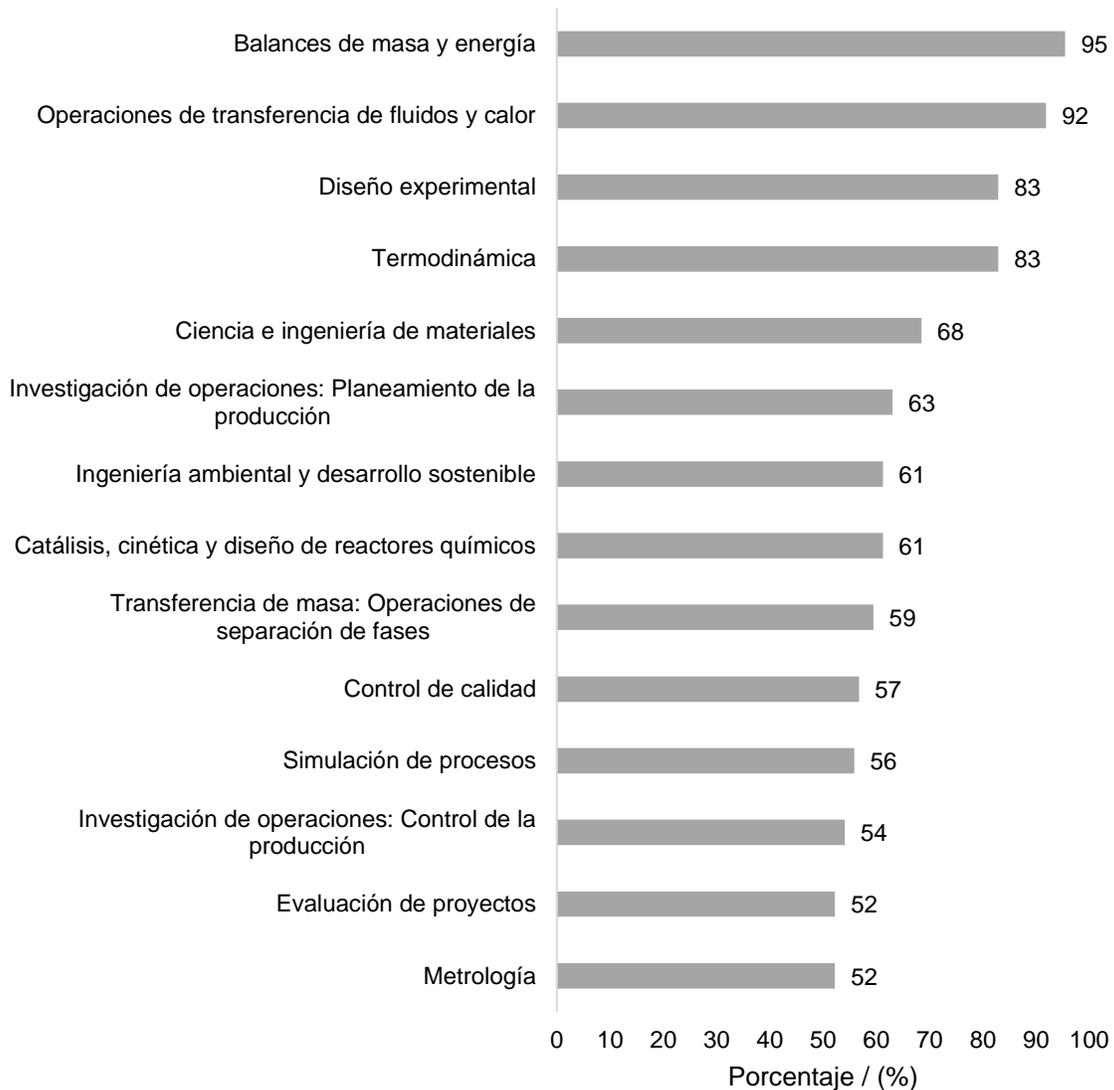


Figura 4.6. Áreas, cursos o temas que los estudiantes consideran que dominan o que podrían desempeñar actualmente con mayor frecuencia

En cuanto a los tópicos más avanzados o específicos de la carrera se da una disminución de la seguridad por parte del estudiantado. Esto es de esperar ya que

el estudio recoge las percepciones de los estudiantes de diversos niveles de la carrera. Las áreas en las que el estudiantado se siente más inseguro son la electrónica, microelectrónica y miniaturización (6%), la nanotecnología (14%) y el control automático, automatización e instrumentación de procesos (18%) (Figura 4.7). En los primeros dos casos, la carrera no cuenta con cursos específicos afines a estos, lo cual podría explicar el bajo porcentaje alcanzado. En el último, vale la pena rescatar que este se encuentra al final del plan de estudios, en el noveno bloque, por lo que menos estudiantes son los que van a conocer de él. Sin embargo, dado que hay cursos que son más avanzados que están mejor valorados, como el de diseño de procesos y plantas químicas (44%), es un posible curso que reforzar.

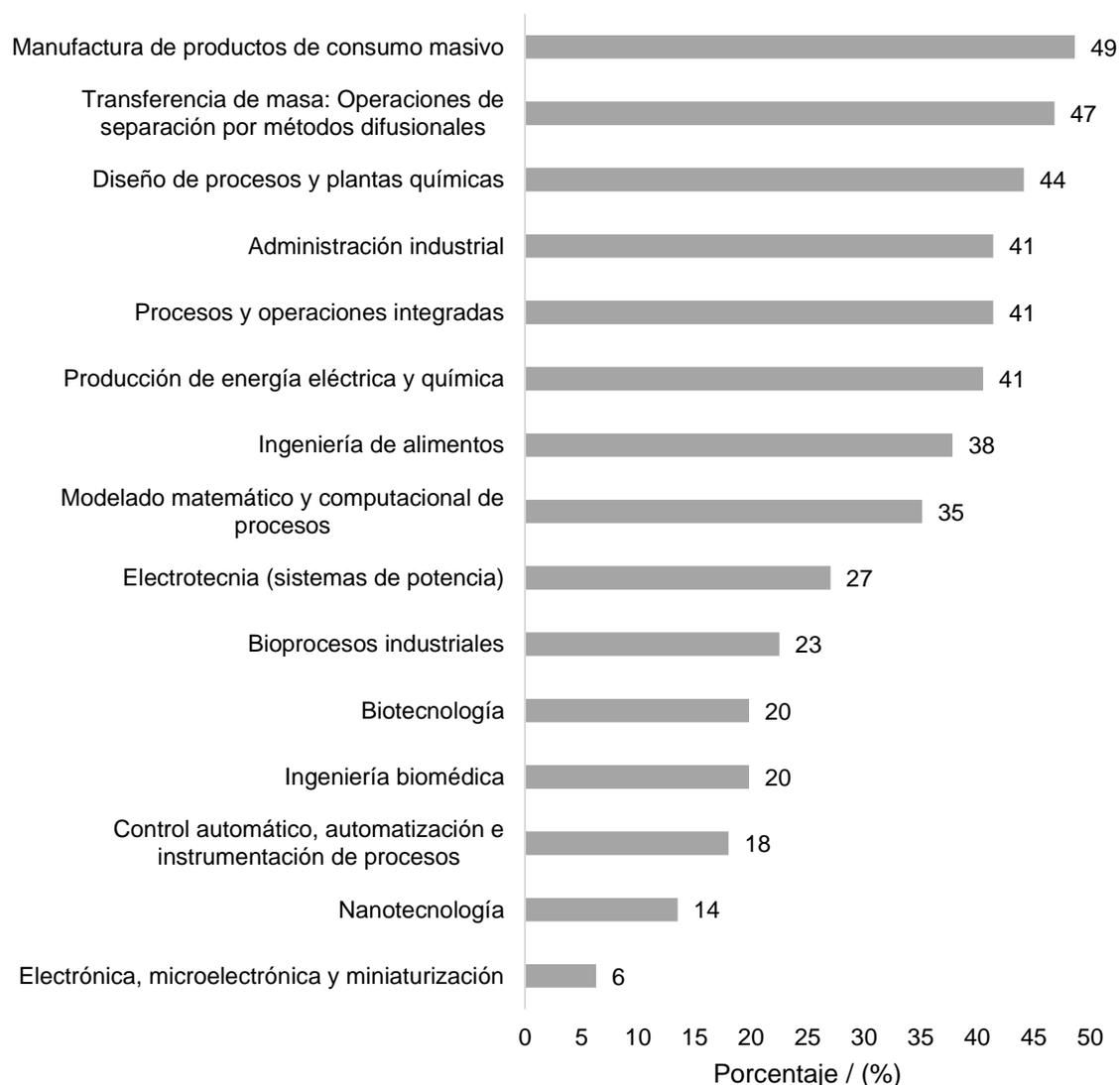


Figura 4.7. Áreas, cursos o temas que los estudiantes consideran que dominan o que podrían desempeñar actualmente con menor frecuencia

Como se aprecia en la Figura 4.8, la mayoría de los estudiantes (78%) y de los profesores (73%) consideran que existen áreas afines a la ingeniería química que son interesantes o importantes y que no forman parte de la oferta académica actual.

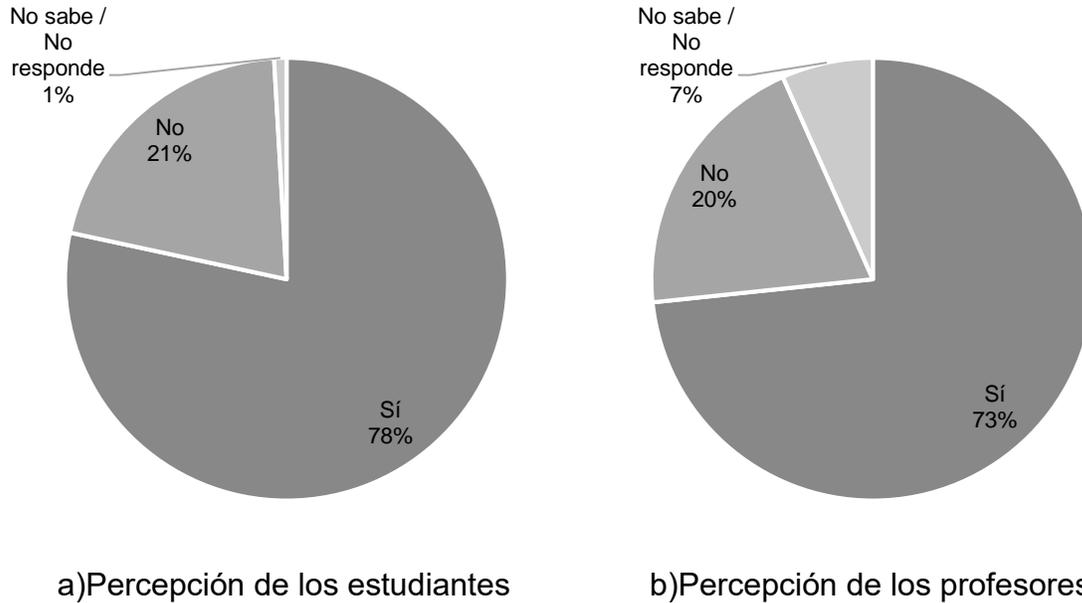


Figura 4.8. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran que existe algún área afín a la ingeniería química que es importante y que no forma de la oferta académica actual

Los estudiantes destacan que les gustaría saber más del área ambiental (9,9%), los bioprocesos (8,1%), la parte biológica (8,1%), bioquímica (6,3%) y biomédica (6,3%). Por su parte, los profesores es importante profundizar en el área de materiales (20%), bioprocesos (13,33%) y calidad (13,33%). Cabe destacar que esta es una percepción, la cual puede estar sesgada por múltiples factores y que no necesariamente responde a una necesidad del mercado, la academia o el campo de estudio. Sin embargo, en conjunto con otros datos puede dar indicios de que áreas vale la pena desarrollar.

En general, existen una serie de temáticas, cursos y áreas de la carrera que se podrían desarrollar más en los estudiantes, tanto porque existe capacidad por parte del profesorado (Figura 4.4 y Figura 4.5), como carencias por parte de los estudiantado (Figura 4.7) o bien porque representa una oportunidad para el emprendimiento o la innovación (Cuadro 2.3). Sin embargo, es imposible que la carrera de todos los elementos técnicos, de todas las áreas que la conforman, ya que cada una es por si sola una profesión (Figura 2.1). Esto no quiere decir que no se deba reforzar y actualizar el plan de estudios, pero eso escapa del alcance de este trabajo.

Por lo tanto, si bien es importante el desarrollo de las habilidades duras, y en cierta medida podría limitar la capacidad de innovación y emprendimiento de base tecnológica, el modelo planteado no se centrará en estas. Se considera que el tema del desarrollo de atributos, competencias y habilidades blandas pueden tener un mayor impacto, dado lo planteado por los Criterios y Procedimientos de Acreditación (Canadian Engineering Accreditation Board, 2018) y el Marco de Competencias de

Emprendimiento de la Comisión Europea (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016).

4.4. Estado de las habilidades blandas

Cuando se pregunta al estudiantado y los profesores si la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentarse a la realidad laboral, los resultados indican que hay oportunidades de mejora importantes en este aspecto (Figura 4.9).

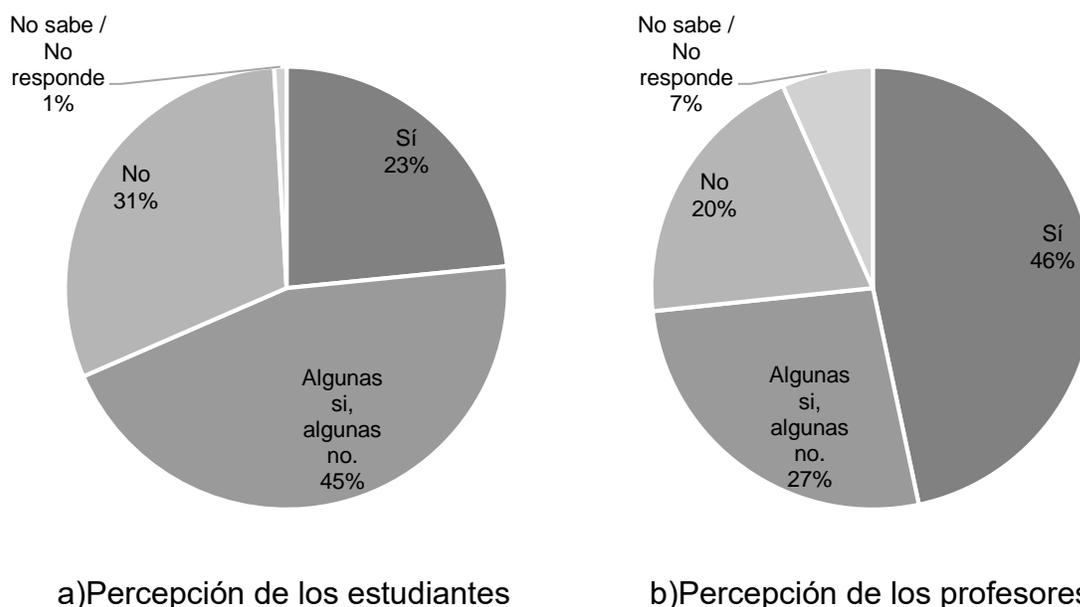


Figura 4.9. Consideran los a)estudiantes y b)profesores que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentarse a la realidad laboral

Los estudiantes indican que la carrera si les da las herramientas en cuanto a diseño (8,1%), resolución de problemas (8,1%) e investigación (7,2%). Las áreas de mejora corresponden a mayor contacto con la industria (13,5%), aplicación práctica del conocimiento (10,8%) y la parte de habilidades blandas (7,2%).

Los profesores destacan las bases teóricas (13,3%) y la resolución de problemas (13,3%). Señalan que se debe mejorar las habilidades blandas (23,3%), el uso de simuladores (13,3%) y profundizar en la parte de resolución de problemas (13,3%).

El 100% de los estudiantes y de los profesores coinciden en que las habilidades blandas son importantes para la formación de los profesionales en ingeniería química. Al consultarles a ambos grupos si la formación actual en la carrera las está desarrollando en el estudiantado, alrededor de 5 de cada 10 estudiantes (Figura 4.10.a) y 6 de cada 10 docentes (Figura 4.10.b) afirman que así es. Por lo tanto,

esta representa una oportunidad de mejora importante.

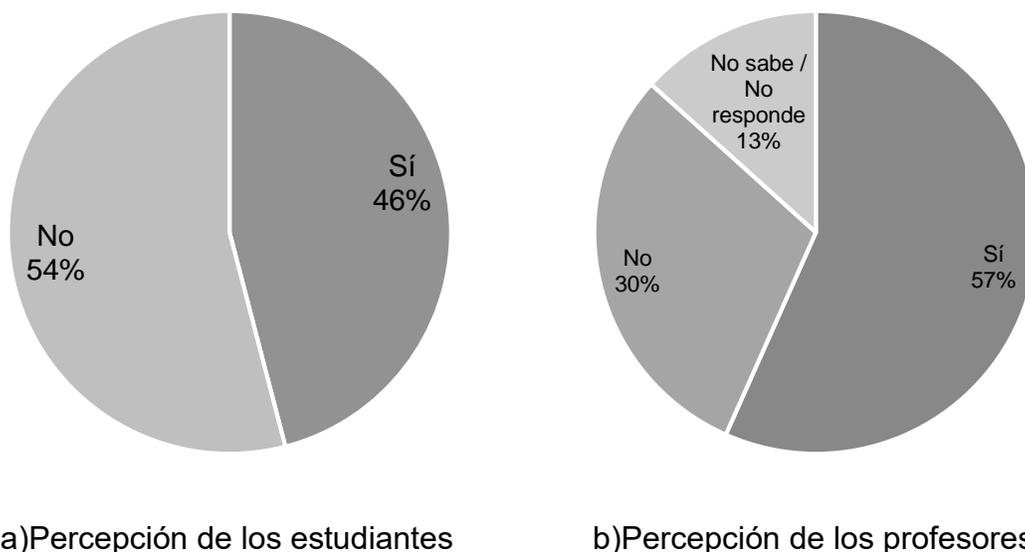


Figura 4.10. Porcentaje del a)estudiantado y del b)profesorado que considera que la formación actual en la carrera está desarrollando las habilidades blandas en los estudiantes

Hay que hacer varias observaciones en este aspecto. En primera instancia la formación en la carrera ha sido tradicionalmente de carácter técnico-científico. Recientemente, con los procesos de acreditación se han comenzado a trabajar estos temas como parte de los atributos que evalúan los entes acreditadores.

Ambos grupos reconocen que los trabajos en grupo (18% y 20%, respectivamente) tienen un papel en este aspecto. Además, como se verá en la sección 4.8, los mismos estudiantes y profesores indican que existen una serie de competencias que la carrera si está desarrollando y otras que consideran que hay que mejorar.

El estudiantado y profesorado piensan que estas habilidades se pueden trabajar como parte de los cursos (15,3% y 43,3%, respectivamente). Los estudiantes destacan que se pueden desarrollar en los proyectos (12,6%) mientras que los profesores que se haría a través de una mayor relación con la industria (26,7%).

4.5. Percepciones de la innovación y la ingeniería química

El 100% de los profesores y el 95% de los estudiantes (Figura 4.11) consideran que el campo de la ingeniería química es innovador.

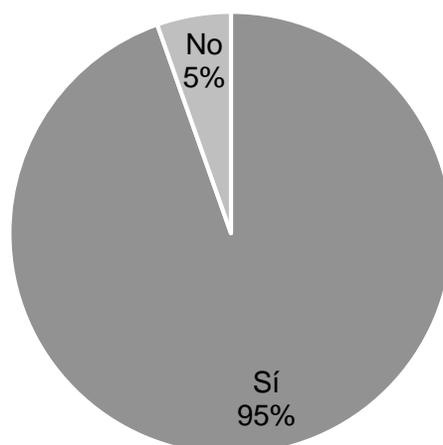


Figura 4.11. Porcentaje de estudiantes que consideran que el campo de la ingeniería química es innovador

Estudiantes y profesores asocian la innovación en el campo de la ingeniería química principalmente con los procesos (30,6% y 53,3%, respectivamente) y con lo nuevo (20,7% y 43,3%, respectivamente).

Al consultarles a ambos grupos si consideran que la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica está fomentando la innovación, 6 de cada 10 estudiantes (Figura 4.12.a) y 7 de cada 10 (Figura 4.12.b) profesores señalan que así lo perciben.

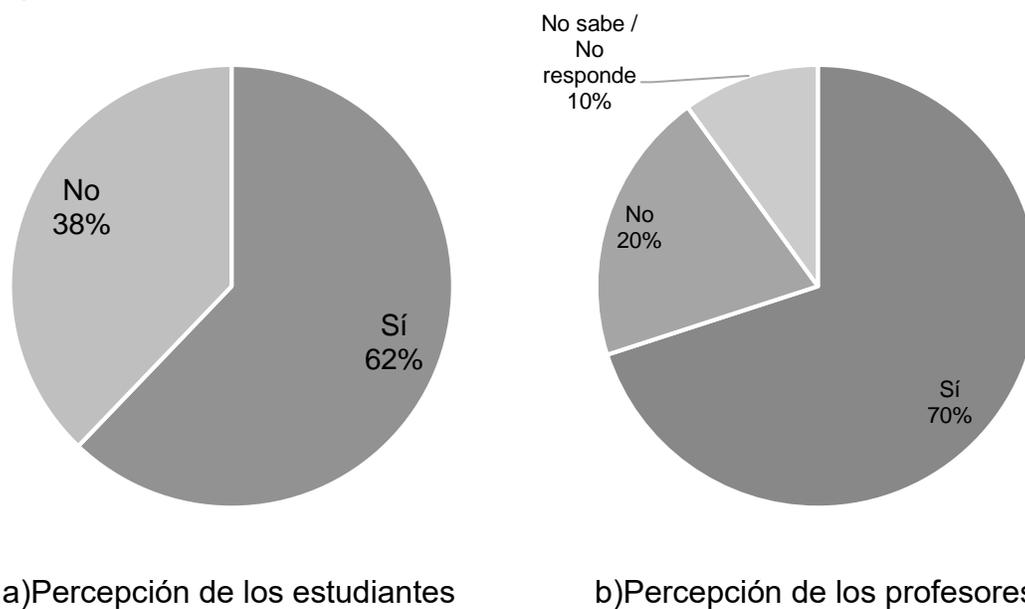


Figura 4.12. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran se está fomentando la innovación por parte de la Escuela de Ingeniería Química

Los estudiantes y profesores señalan que entre las acciones específicas que realiza la escuela para fomentar la innovación están los proyectos de los cursos (43,2% y 36,7%, respectivamente) y la Expo IQ (24,3% y 40%, respectivamente). Al consultarles a ambos grupos de que otra forma se podría hacer esto los estudiantes y profesores insisten en el papel de los proyectos (41,4% y 36,7%, respectivamente). Además, el estudiantado indica que se pueden trabajar como parte de los cursos (32,4%).

Cuando se les pregunta si se consideran personas innovadoras 6 de cada 10 estudiantes (Figura 4.13.a) y 7 de cada 10 profesores (Figura 4.13.b) piensan que así es. Evidentemente puede existir un sesgo en esta pregunta, ya que existen personas que no van a querer admitir que no poseen esta cualidad. Sin embargo, es natural que si se menciona que el campo de estudio es innovador y se percibe que la escuela ejecuta iniciativas en este sentido ambos grupos se perciban de esta manera.

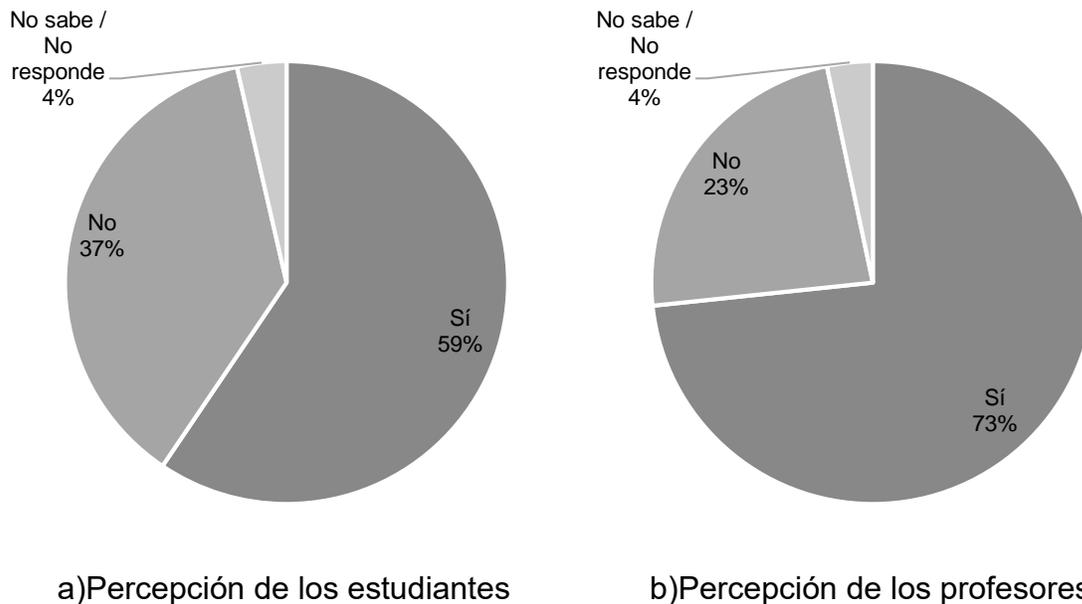


Figura 4.13. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que se consideran innovadores

Esto es relevante en la medida de que si las personas se sienten innovadoras es más fácil que desarrollen este tipo de procesos. Si no fuera así, habría que realizar un esfuerzo para empoderarlas y que se sientan capaces de hacer este tipo de actividades.

La innovación es asociada por parte de los estudiantes con lo nuevo (14%). En el caso de los profesores no existe una tendencia clara ya que presentan una variedad de perspectivas amplia.

4.6. Percepciones del emprendimiento y la ingeniería química

El 100% de los profesores y el 98% de los estudiantes (Figura 4.14) consideran que se puede emprender en el campo de la ingeniería química.

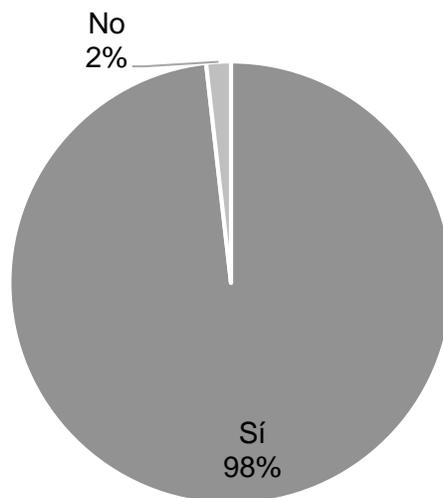


Figura 4.14. Porcentaje de estudiantes que consideran que se puede emprender en el campo de la ingeniería química

Los estudiantes detallan que se puede emprender en el campo de la ingeniería química por la variedad de áreas que abarca la carrera (19,8%). Por otro lado, los profesores señalan que es esencial desarrollar las habilidades de los estudiantes para lograr esto (26,7%).

Al consultarles a ambos grupos si consideran que la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica está fomentando el emprendimiento, 2 de cada 10 estudiantes (Figura 4.15.a) y 3 de cada 10 (Figura 4.15.b) profesores señalan que así lo perciben.

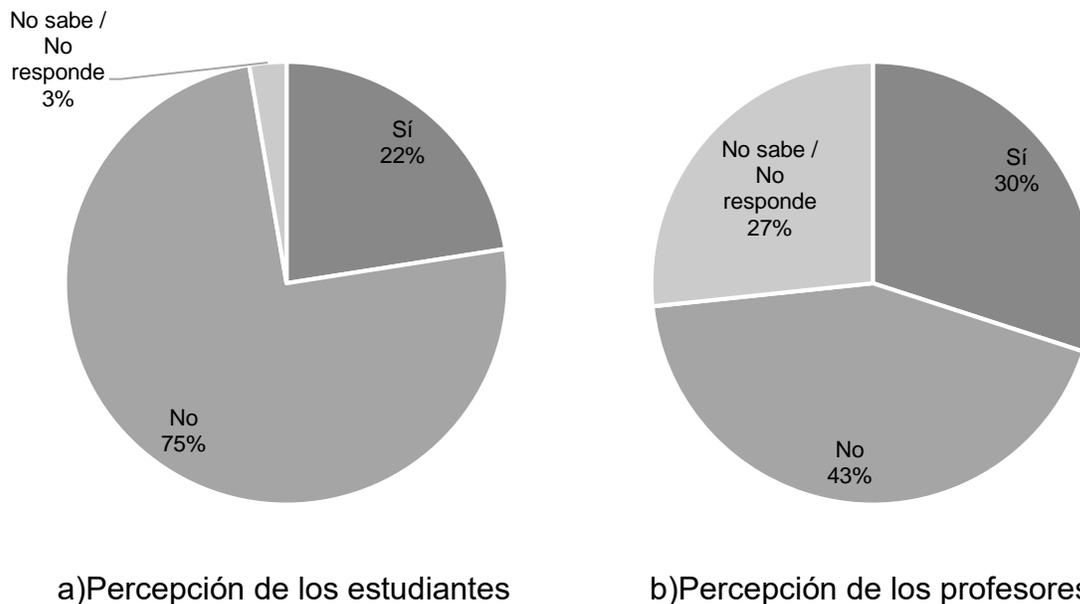


Figura 4.15. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que consideran se está fomentando el emprendimiento por parte de la Escuela de Ingeniería Química

Cabe destacar que realmente esto es de esperar ya que el enfoque general de la carrera es otro. La mayor parte de lo que se aprende tiene el fin de poder desempeñarse en la empresa privada o en roles más asociados a la investigación (Universidad de Costa Rica, 2018) y esta es la realidad del 87% de los egresados de la carrera. Además, los salarios relativamente altos y el desempleo bajo de la carrera generan que per se no exista la necesidad de emprender para emplearse, cosa que si ocurre en otras áreas (Consejo Nacional de Rectores, 2016)

Los estudiantes y profesores señalan que entre las acciones específicas que realiza la escuela para fomentar el emprendimiento están los proyectos de los cursos (9% y 20,0%, respectivamente) y la Expo IQ (5,4% y 20%, respectivamente). Al consultarles a ambos grupos de que otra forma se podría hacer esto los estudiantes y profesores insisten en el papel de los proyectos (36% y 36,6%, respectivamente).

4.7. Habilidades de emprendimiento

Cuando se consulta específicamente si la carrera está desarrollando las habilidades que se requieren para emprender, 4 de cada 10 estudiantes (Figura 4.16.a) y 3 de cada 10 profesores (Figura 4.16.b) consideran que así es. Por lo tanto, en cuanto al tema del emprendimiento es incluso más crítico el desarrollo de habilidades.

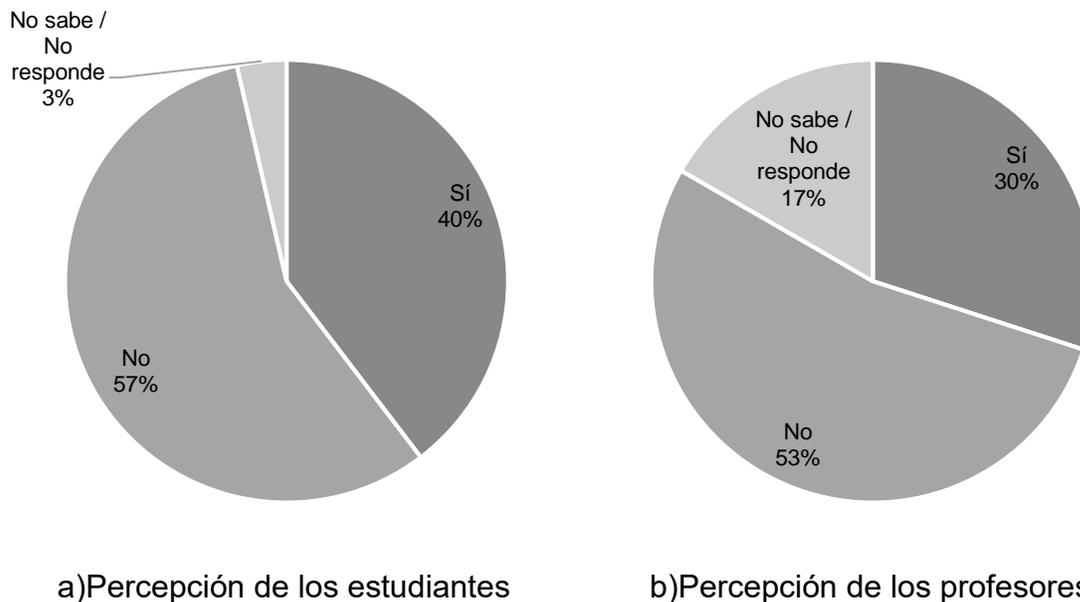


Figura 4.16. Porcentaje del a)estudiantado y del b)profesorado que considera que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las habilidades necesarias para emprender

Al consultarles más profundamente a los estudiantes con respecto a este tema, el 10,8% señaló que los cursos de administración tienen un papel relevante. Para algunos da elementos mientras que para otros indican que podrían hacerlo en mayor medida. El 13,3% de los profesores indicó que el conocimiento especializado es importante en este sentido, tanto a nivel de proceso como de emprendimiento.

El modelo propuesto debe tener un componente de adquisición de competencias importante. Debe buscar el fortalecer la formación en habilidades blandas y más aún aquellas necesarias para emprender. Además, debe tener como prioridad aquellas que presenten mayor oportunidad de mejora.

Dado que los procesos de acreditación y el desarrollo del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación tienen varios puntos en común, como la mejora continua de los procesos y el desarrollo de habilidades, una posibilidad que existe es trabajar ambos aspectos desde una estrategia común.

4.8. Desarrollo de las competencias de emprendimiento

El Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea definió una serie de áreas y competencias que se requieren para emprender. A continuación, se presentarán los resultados obtenidos al consultarle al estudiantado y al profesorado si consideran que los estudiantes las desarrollan en la carrera o no.

4.8.1. Área de ideas y oportunidades

Esta categoría está conformada por las competencias: Detección de oportunidades, Creatividad, Visión, Valoración de ideas y Pensamiento ético y sustentable. La mejor calificada fue la Valoración de ideas, tanto por el estudiantado (82%) como por el profesorado (73%). La que presenta mayor oportunidad de mejora es detección de oportunidades (50%), según la percepción de los estudiantes, y visión (27%), desde la perspectiva de los profesores (Figura 4.17).

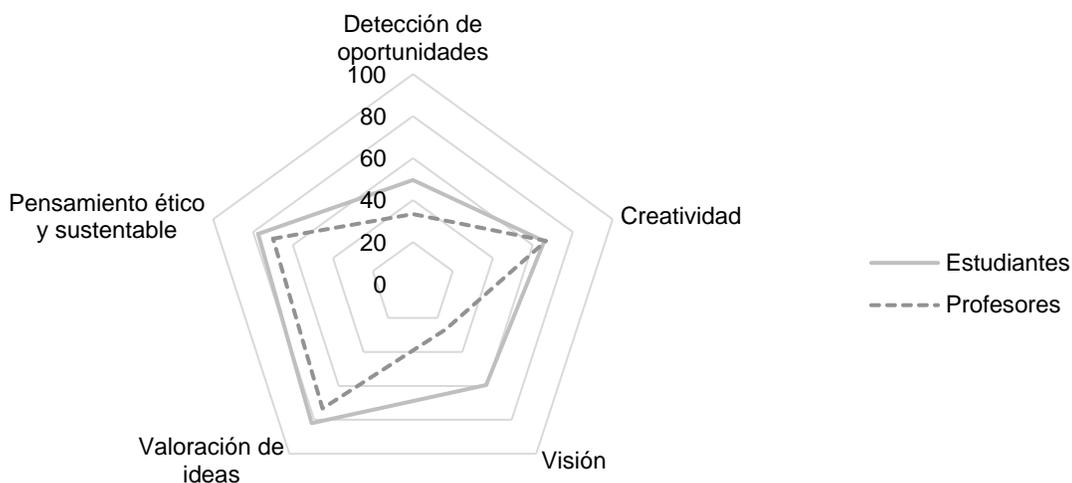


Figura 4.17. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área de ideas y oportunidades

4.8.2. Área de recursos

Está conformada por las competencias: Autoconocimiento y autoeficacia, Motivación y perseverancia, Movilización de recursos, Educación financiera y económica y Movilización de otros. La mejor valorada fue Motivación y perseverancia tanto por el estudiantado (66%) como por el profesorado (70%) y la que presenta mayor oportunidad de mejora es Educación financiera y económica (36%), según la percepción de los estudiantes, y Movilización de otros (20%), desde la perspectiva de los profesores (Figura 4.18).

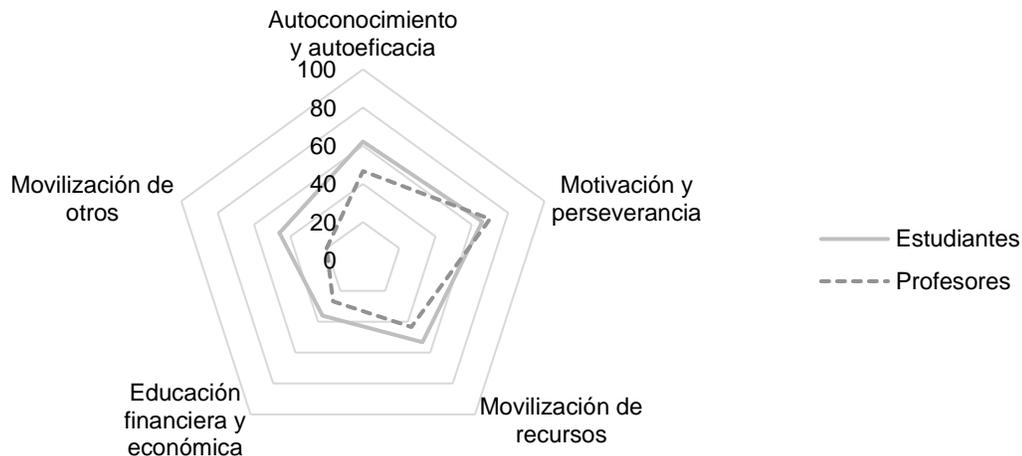


Figura 4.18. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área de recursos

4.8.3. Área En acción

Conformada por las competencias: Tomar la iniciativa, Planificación y gestión, Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo, Trabajar con otros y Aprender a través de la experiencia. La mejor valorada fue Trabajar con otros tanto por el estudiantado (93%) como por el profesorado (90%) y la que presenta mayor oportunidad de mejora es Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo, desde la perspectiva de los estudiantes (58%) y profesores (37%). Esto últimos también valoran positivamente el Aprender a través de la experiencia (90%) (Figura 4.19).

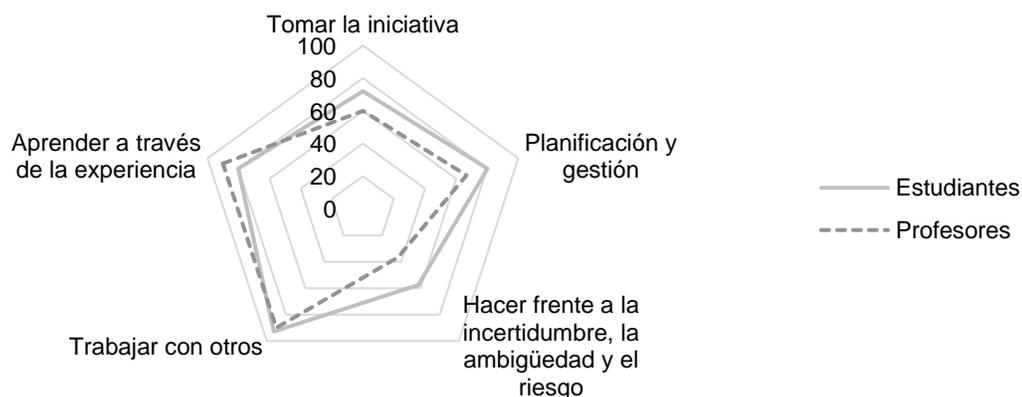


Figura 4.19. Porcentaje de estudiantes y profesores que consideran que el estudiantado está desarrollado en la carrera las competencias de emprendimiento del área en acción

Si bien es importante el desarrollo de todas estas habilidades para el buen desempeño de los emprendedores, es de notar que para el caso de estudio existen algunas competencias a las que hay que dársele prioridad: detección de oportunidades, visión, educación financiera y económica, movilización de otros, y hacer frente a la incertidumbre la ambigüedad y el riesgo.

En cuanto a las áreas, la que presenta mayores retos es recursos (con solo una valoración igual o superior a 70), seguida de ideas y oportunidades (con 4 categorías iguales o superior a 70) y la mejor valorada es en acción (con 6 calificaciones iguales o superiores a 70).

4.9. Experiencia en emprendimiento

Un porcentaje importante de los entrevistados ha emprendido alguna vez: 1 de cada 5 estudiantes (Figura 4.20.a) y 3 de cada 5 profesores (Figura 4.20.b) tuvieron la experiencia. Estos datos contrastan con los reportados por el Observatorio Laboral de Profesiones (OLaP) que indica que alrededor del 7% de los graduados en la carrera de ingeniería química laboran en un emprendimiento o similares.

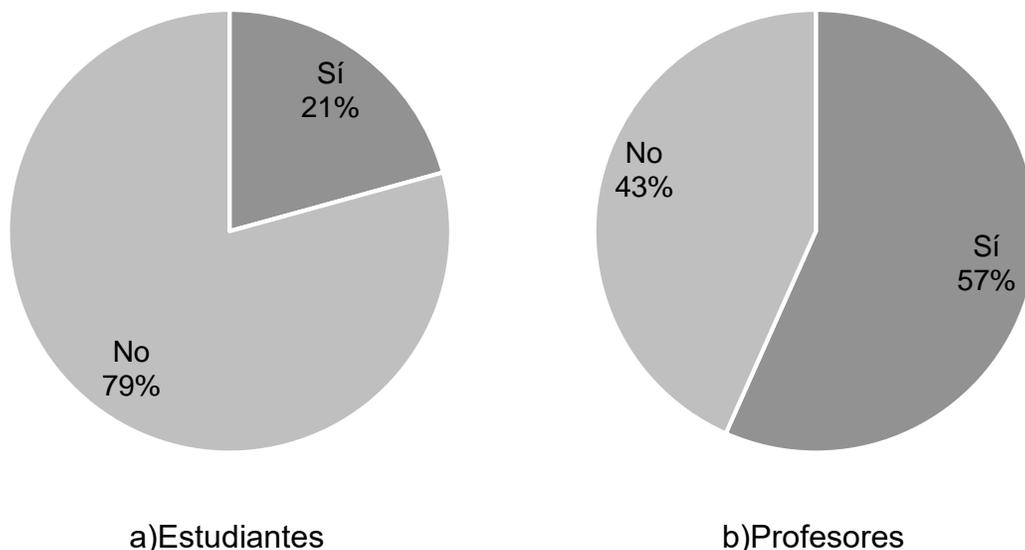


Figura 4.20. Porcentaje de a)estudiantes y b)profesores que han emprendido

Los datos recabados indican que el emprendimiento es una práctica importante en estudiantes y más aún en profesores. No todas las personas lo realizan, pero si un porcentaje relevante. Por lo que el apoyo a estas iniciativas puede tener un impacto en al menos 21% de la población estudiantil. Es posible que el hecho de que la OLaP reporte que solo el 7% de profesionales del área de ingeniería química se encuentra laborando en este tipo de proyectos sea explicado por el fracaso de estos procesos. Otras posibles explicaciones de este fenómeno pueden ser relativas a la naturaleza de ambos estudios y las posibles limitaciones de estos.

En cuanto a los conocimientos que el estudiantado podría aprender durante la carrera que les facilitaría emprender, este considera que serían los relativos al entendimiento del mercado (10,8%) y la administración (8,1%). Por su parte el 16,7% del profesorado señala que correspondería a los concernientes a los proyectos y la innovación.

De los estudiantes que han emprendido, el 17,4% señala que la experiencia es difícil, pero un porcentaje igual indica que ha sido buena. El 17,6% de los profesores que lo han hecho señalan que emprender es interesante y gratificante.

4.10. Actividades que realizar

Al consultarle a estudiantes y profesores por el tipo de actividades académicas en las que desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento, ambos grupos coinciden en las mismas tres categorías: trabajo final de graduación (TFG), Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos / Proyectos de final de curso y Exposiciones / Presentaciones / Expo IQ (Figura 4.21).

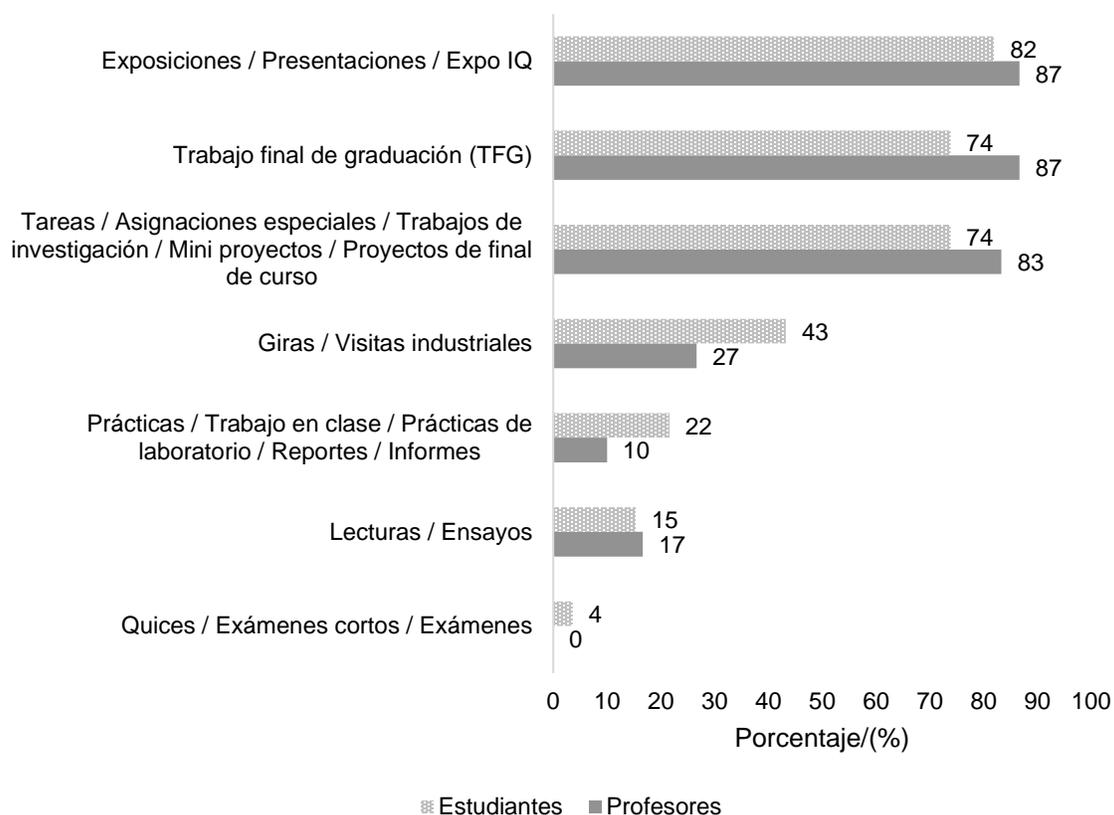


Figura 4.21. Tipos de actividades académicas donde el estudiantado y profesorado considera que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento

En cuanto a las actividades extracurriculares los estudiantes se decantan principalmente por los Congresos / Seminarios / Simposios / Convenciones mientras que los profesores valoran más las Charlas / Conversatorios / Debates / Mesas redondas (Figura 4.22).

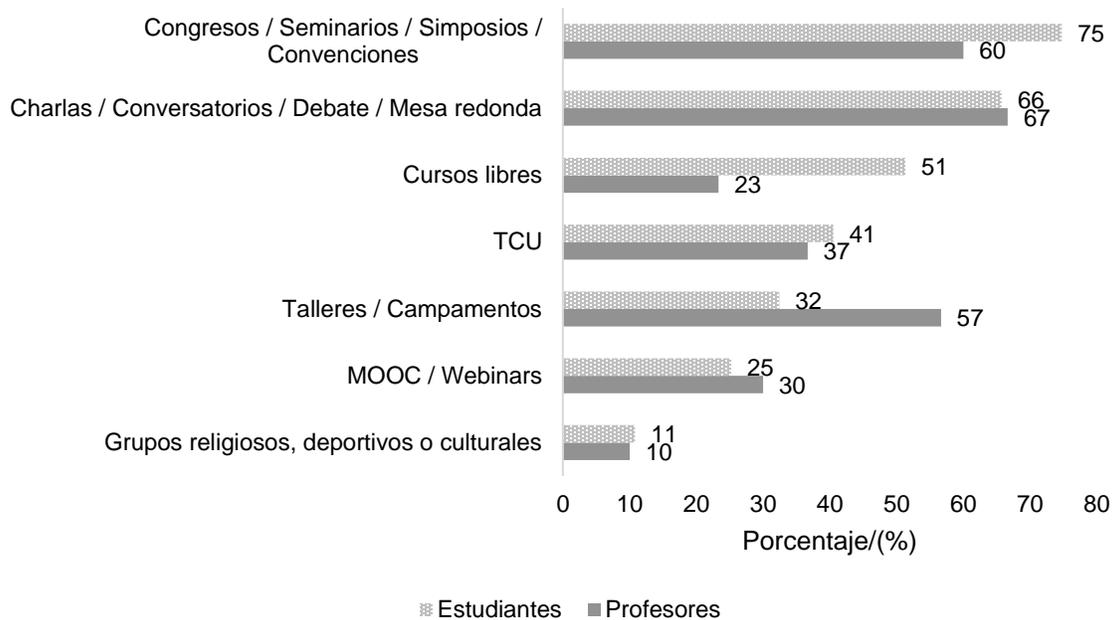


Figura 4.22. Tipos de actividades extracurriculares donde el estudiantado y profesorado consideran que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento

En el caso de las actividades laborales el comportamiento no es tan claro como en los anteriores, dado que la mayoría de las opciones presenta una frecuencia similar. Sin embargo, los estudiantes valoran con mayor asiduidad los proyectos y las pasantías como oportunidades de este tipo mientras que los profesores destacan los emprendimientos (Figura 4.23).

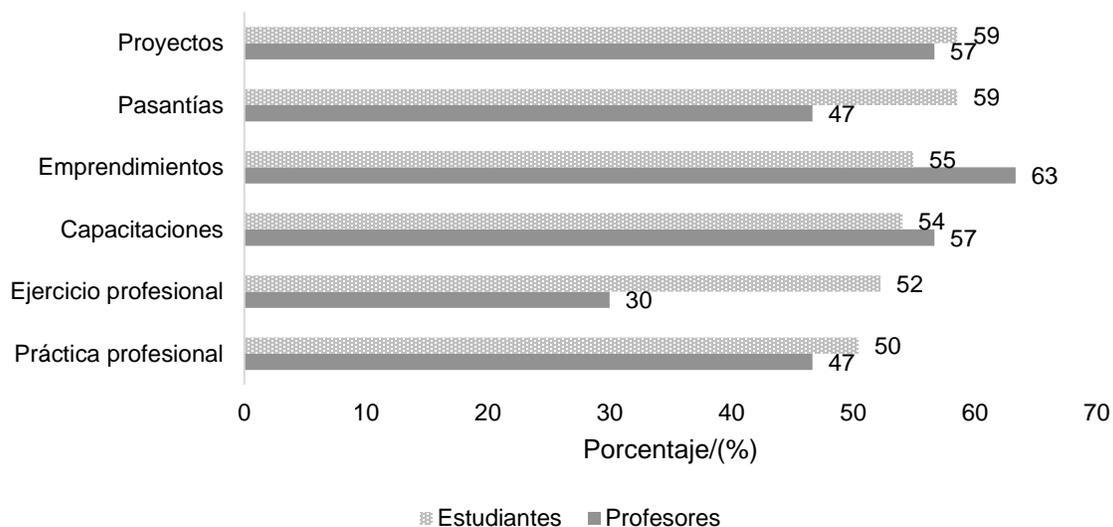


Figura 4.23. Tipos de actividades laborales donde el estudiantado y profesorado consideran que los estudiantes desarrollan o desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento

4.11. Recursos que utilizar

Al consultarle a estudiantes y profesores por los recursos audiovisuales que les gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento, ambos grupos coinciden en los videos (Figura 4.24).

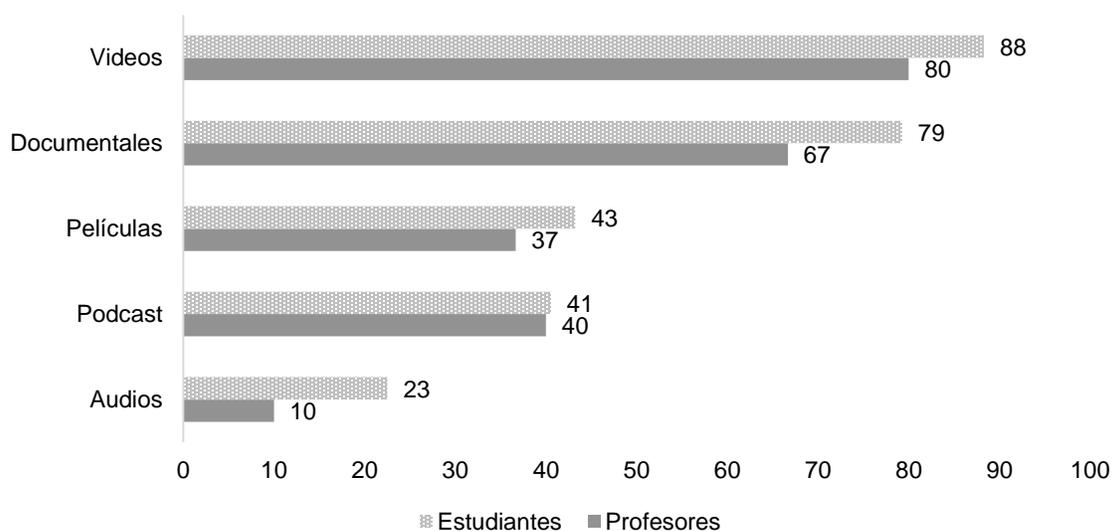


Figura 4.24. Tipos de recursos audiovisuales que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento

En cuanto a los recursos digitales los estudiantes prefieren las bases de datos mientras que los profesores destacan el valor del software especializado y los Papers / Artículos científicos / Normativa (Figura 4.25)

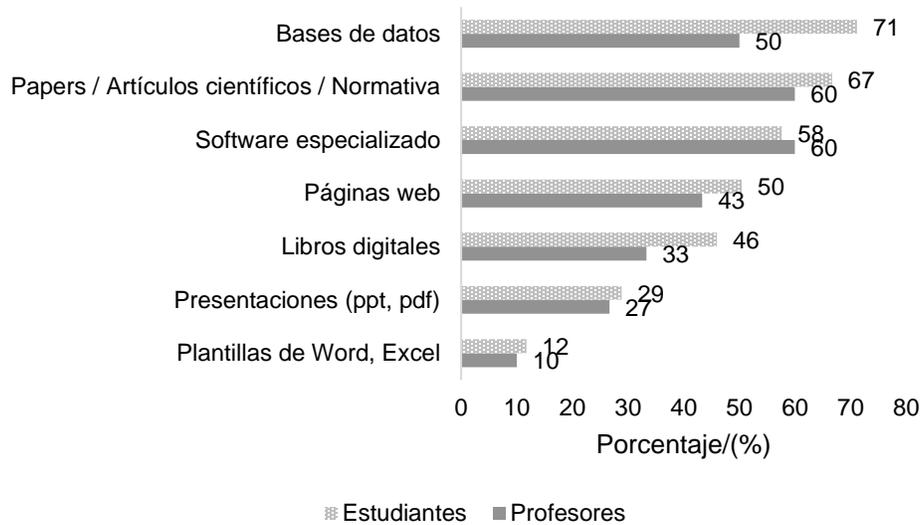


Figura 4.25. Tipos de recursos digitales que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento

En la categoría de los recursos de prototipado, los estudiantes valoran con mayor asiduidad los laboratorios y equipos de laboratorio mientras que los profesores destacan los fablabs (Figura 4.26).

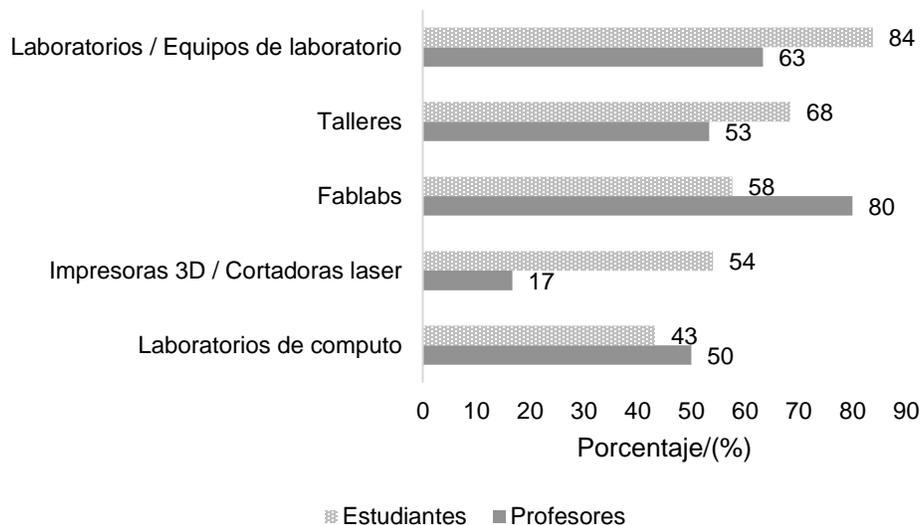


Figura 4.26. Tipos de recursos de prototipado que le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento

4.12. Criterios adicionales

A continuación, se presentará el criterio expresado por diversos expertos que pudieran enriquecer la perspectiva de la propuesta. No se pudo validar con el cuestionario en sí (ya que muchos fueron contactados en eventos y se contaba con un espacio limitado para las consultas), pero se le consultaron aspectos relativos al

desarrollo emprendedor y de la innovación en el contexto universitario.

4.12.1. Ash Maurya: experto internacional en emprendimiento

Ash Maurya señaló que en la universidad los estudiantes pueden desarrollar la capacidad de emprender al través del desarrollo de proyectos y al compartir los conocimientos adquiridos en el proceso.

Si se quiere mejorar las habilidades de los estudiantes es muy importante el trabajo interdisciplinario. Que se propongan ideas y que la gente aplique para trabajar en ellas y como parte de un equipo. Se pueden incluso hacer eventualmente campañas de financiamiento para crear las propuestas.

Si se quiere escalar este tipo de proyectos y aplicarlo en otras carreras o facultades es fundamental el apoyo de los estudiantes y los resultados que ellos generan. Esta evidencia es importante para las autoridades universitarias.

4.12.2. Bryan Navarro: cofundador y desarrollador de negocios de la empresa Imagine XYZ

Bryan Navarro destacó que es esencial apasionarse por lo que se hace. Actualmente muchas personas estudian cosas porque hay trabajo en esas áreas y no necesariamente porque les agraden.

Agregó que hay que rodearse de las personas y ecosistemas que hacen bien las cosas. Es de vital importancia el trabajo interdisciplinario: conectarse e interactuar con gente que piense distinto.

Es vital trabajar desde la empatía: entender a las personas. Se requieren más laboratorios de fabricación que estén enfocados en resolver los problemas de las comunidades. La necesidad genera creatividad ya que al ser humano le gustan los retos.

4.12.3. Marcel Soler Rubio y José Rafael Quesada: alcalde y vicealcalde de la Municipalidad de Montes de Oca del periodo 2016-2019

Ambos señalaron que es de vital importancia el contacto de los estudiantes con el mundo real, con el que se van a encontrar una vez terminen sus estudios. Es decir, que desarrollen la capacidad de aplicar sus conocimientos en la industria y sociedad. Destacaron que el desarrollo de las habilidades blandas hace realmente la diferencia en los profesionales de hoy en día. Finalmente, piensan que es importante la generación de alianzas público-privadas para sacar adelante este tipo de procesos.

4.13. Propuesta de valor del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

Los descubrimientos realizados se pueden sintetizar en el siguiente lienzo de propuesta de valor (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Lienzo de propuesta de valor

Productos y servicios	Creadores de alegrías	Alegrías	Trabajos por hacer del usuario
Reformulación de los proyectos de final de curso y la Expo IQ.	-Proyectos en el área de aplicaciones de alto impacto en el contexto costarricense -Selección de videos y bases de datos -Ampliación de concepto de Expo IQ	-Aprendizaje por proyectos -Acceso a videos y bases de datos para consulta -Expo IQ	Estudiante de ingeniería química de 24 años hace proyectos, como parte de los cursos, para aplicar de los conceptos de la ingeniería química aprendidos durante el ciclo lectivo, en la Sede Central de la Universidad de Costa Rica.
	-Realización de actividades de aprendizaje para el desarrollo de habilidades blandas como parte de los cursos. -Vinculación con la industria para programa de pasantías y proyectos. -Planteamiento de proyectos prácticos.	-No estar desarrollando lo suficiente las habilidades blandas. -No tener contacto con la industria. -No realizar una aplicación práctica del conocimiento.	
Productos y servicios	Aliviadores de frustraciones	Frustraciones	Trabajos por hacer del usuario

5. Diseño del prototipo funcional del modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

La información recabada en la etapa anterior se sintetizó en un lienzo de propuesta de valor (Cuadro 4.4). A partir de este, se determinó que el modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación debe estar compuesto por varias partes con el fin de poder cumplir con todos los elementos solicitados por los usuarios.

Las tres partes principales de la propuesta son: la reformulación de los proyectos de final de curso, la ampliación de la Expo IQ y un conjunto de actividades de aprendizaje orientadas hacia el desarrollo de las habilidades, competencias y atributos de los estudiantes.

Se cuenta con dos componentes de apoyo: una biblioteca de videos y bases de datos relativos a la innovación, el emprendimiento y las tendencias actuales de la carrera, para la consulta de estudiantes y profesores y un mapeo de los diversos actores que tiene la UCR y la sociedad para apoyar este tipo de procesos.

Cabe señalar que esta propuesta está centrada en los estudiantes. Por lo que el modelo da herramientas a los profesores para trabajar los temas de la innovación y emprendimiento con el estudiantado. Es posible que exista una deficiencia de conocimientos y competencias por parte del profesorado. Sin embargo, este capítulo brinda una serie de contenidos, actividades y documentación que permite reducir esta brecha. Además, en caso de requerir apoyo o capacitación específica, pueden recurrir y apoyarse en la experticia de los actores señalados en la sección 5.5, quienes tienen la capacidad de apoyar y acompañar este tipo de procesos. En una segunda iteración del modelo se podrían plantear acciones más específicas orientadas a los docentes.

5.1. Reformulación de los proyectos de final de curso

Se encontró validando que los estudiantes aprecian el aprendizaje por proyectos. Sin embargo, existen elementos que podrían intensificar esta experiencia como lo son el trabajo en aplicaciones de alto impacto en el contexto costarricense, de carácter más práctico o adaptado a la realidad de la industria. Por lo tanto, se diseña un reenfoque de los proyectos finales de una porción de los cursos.

Se propone que esto se realice en los cursos de laboratorio propios de la Escuela de Ingeniería Química (Cuadro 5.1). En estos, los estudiantes tienen la oportunidad de realizar investigaciones y aplicar el conocimiento de manera práctica. Además, el estudiantado señaló que el recurso de prototipado que más le gustaría tener a su disposición son los laboratorios (Figura 4.26).

Cuadro 5.1. Siglas y bloques de los cursos de laboratorio propios de la Escuela de Ingeniería Química

Sigla	Curso	Bloque
IQ-0331	Medición y tratamiento de datos experimentales	Sexto
IQ-0432	Laboratorio de operaciones de transferencia de fluidos y calor	Séptimo
IQ-0433	Laboratorio de operaciones por separación de fases	Octavo
IQ-0534	Laboratorio de operaciones de separación por métodos difusionales	Noveno

5.1.1. Características

Estos trabajos pueden tener elementos similares a los que existen actualmente en cuanto a que posean una etapa de investigación bibliográfica, una fase práctica o de laboratorio, un diseño experimental, uso de herramientas estadísticas y computacionales, diseño y escalamiento. Adicional a esto, deben abarcar elementos de innovación y emprendimiento, aplicados a la ingeniería química. En general, los proyectos deben contar con las siguientes características:

1. Utilizar principios de la ingeniería química, o disciplinas afines, total o parcialmente.
2. Toda propuesta debe justificarse en una problemática, frontera del conocimiento u oportunidad relevante.
3. Todo proyecto tiene que responder a la problemática, frontera u oportunidad anteriormente mencionada.
4. Poseer componentes de innovación: ser novedosos y con potencial de impactar el mercado, industria o sociedad.
5. Contener elementos del área administrativa de la carrera, emprendimiento o MiPymes.

5.1.2. Temática

Si se quieren trabajos más innovadores y con potencial emprendedor estos deben ir más allá de lo que existe actualmente. No se puede tan solo replicar lo que ya se hizo: se debe buscar la expansión del conocimiento, la investigación en áreas con potencial en Costa Rica o la resolución de problemas reales. Por esto, se propone que los proyectos estén inscritos en una de las siguientes tres posibilidades:

1. **Fronteras de la ingeniería química:** la integran todos aquellos proyectos que son relativos al campo de estudio que buscan expandir los límites de la disciplina. En el Cuadro 5.2, se presentan ejemplos de esta categoría:

Cuadro 5.2. Innovadores arquetípicos y ejemplos de fronteras por área de la ingeniería química (AIChE., s.f.)

Área	Innovadores arquetípicos	Ejemplos de fronteras
Avance de la biomedicina	Margaret Hutchinson Rousseau, Robert Langer, Peter Abbrecht, Mae Jemison	-Análisis de laboratorio apoyados por dispositivos médicos -Nanoestructuras de uso biomédico
Desarrollo de la electrónica	Andrew Grove, Farhang Shadman	-Límites de la miniaturización y Ley de Moore -Uso y reúso del agua en manufactura electrónica -Fabricación avanzada de microchips
Producción de alimentos	Daniel Farkas, Arthur I. Morgan, Jr., R. Paul Singh, Theodore P. Labuza, Henry G. Schwartzberg	-Purificación de alimentos y productos derivados -Inocuidad de alimentos -Modificación genética de alimentos
Generación de energía	Vladimir Haensel, Donald L. Katz, Eger V. Murphree	-Combustibles a base de hidrogeno -Mejoras en la producción de la energía eólica y solar -Maximización de la eficiencia y seguridad de la energía nuclear
Mejora de materiales	R. Byron Bird, Donald Paul, Robert Langer	-Materiales de alto rendimiento -Nanomateriales
Protección del medio ambiente	Enrique Iglesia, Kam Sirkar, Walter Weber, Jr., Ralph Yang	-Prevención de la contaminación -Sostenibilidad de la industria -Reducción de los gases de efecto invernadero

El Cuadro 5.2 sirve de referencia: es posible explorar otras áreas y fronteras no contempladas en él. Sin embargo, debe justificarse bibliográficamente por qué el tema de interés representa un proyecto de este tipo.

2. **Oportunidades de alto valor:** abarca las fronteras plateadas por Núñez Corrales & Jiménez Silva (2018) en el Cuadro 2.3. Estas sirven como base para el Programa de Innovación Tecnológica (PITs), el cual pretende la creación de emprendimientos de base tecnológica, en áreas en las que se puede lograr un impacto económico importante en el contexto costarricense.

Los trabajos que se desarrollen en esta categoría pueden eventualmente participar del programa anteriormente mencionado. Esto le permitiría los estudiantes dar seguimiento a sus propuestas y concursar por fondos no reembolsables hasta por \$10 000. En el corto plazo, se harán al menos dos ediciones más de PITs en el 2020 y 2021.

3. **Retos de la industria y sociedad:** incluye los proyectos que buscan solventar desde la ingeniería química una problemática real que actualmente enfrenten estos actores. Se presentan en forma del planteamiento de casos prácticos como los siguientes:

Cuadro 5.3. Ejemplos de casos de estudio para la categoría de retos de la industria y sociedad

Empresa / Comunidad	Descripción
FIFCO	<p>FIFCO desea erradicar el plástico tal y como se conocer hoy en día</p> <p>Actualmente FIFCO desarrolla el proyecto Océanos FIFCO con el fin de innovar y generar materiales alternativos, de origen natural y compostables, para sustituir los convencionales. Desean además reducir el consumo de plástico actual y para 2020 recuperar el 100% de este material, utilizado a lo largo de su cadena productiva ¿Qué solución podría ofrecerle usted a FIFCO? (Florida Ice and Farm Company, 2019)</p>
Establishment Labs	<p>Establishment Labs quiere automatizar la operación de llenado de implantes</p> <p>La empresa desea automatizar parcialmente el proceso de llenado de los implantes que fabrica. Esto con el fin de optimizar el tiempo, reducir los reprocesos y aprovechar el personal en actividades de mayor valor. Esta operación requiere una alta precisión, que necesita experiencia y presenta una curva de aprendizaje elevada ¿Qué alternativa le propone usted a Establishment Labs? (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2019)</p>

Continuación Cuadro 5.3. Ejemplos de casos de estudio para la categoría de retos de la industria y sociedad

Empresa / Comunidad	Descripción
Guanacaste	<p>Johny Obando tiene problemas con sus animales de granja debido a la sequía y las altas temperaturas</p> <p>Johny Obando tiene una granja en Guanacaste. Sin embargo, hoy en día los animales que posee, gallinas y vacas, se están muriendo por las altas temperaturas y sequía de la región. En 2 meses casi la mitad de sus 355 gallinas han muerto por esta razón. Además, sus vacas ya no producen leche ni tienen pasto para comer ¿Cuál respuesta da usted al problema de Johny Obando? (Orgaz, 2019)</p>
Santa Ana	<p>Anayantis Matarrita Reyes no tiene acceso al agua potable en su hogar</p> <p>Anayantis Matarrita Reyes vive en Santa Ana con su familia de 10 personas. No tienen acceso al agua en su hogar. Para conseguir el líquido vital deben desplazarse cada mañana a una quebrada ubicada a un kilómetro de su casa. Sin embargo, sus niños se enferman con diarrea continuamente ¿Qué opciones le plantea usted a Anayantis Matarrita Reyes y a su comunidad para resolver su problemática? (Orgaz, 2019)</p>

5.1.3. Tipos de proyecto

Basados en las temáticas anteriores se pueden realizar propuestas en tres líneas:

1. **Proyectos de innovación:** su fin es el desarrollo de innovaciones en el campo en la ingeniería química. Estas pueden ser de carácter técnico y/o científico.
2. **Proyectos de emprendimiento de base tecnológica:** buscan explorar una innovación como oportunidad de negocio. Presentan una naturaleza emprendedora y comercial.
3. **Proyectos industriales o de impacto social:** buscan una propuesta de solución a un caso real. Son de enfoque práctico y aplicado.

5.1.4. Entregables

El estudiantado debe presentar de manera escrita la propuesta de trabajo final de laboratorio, con formato COTRAFIN, en la semana 4 del cronograma del curso. Previa aprobación por parte del profesor, los estudiantes desarrollarán su investigación a lo largo del semestre. Finalmente, deben presentar un informe tipo artículo científico que sintetice sus hallazgos, en la semana 18 del cronograma del curso. Además, tanto la propuesta como el artículo científico serán presentados de manera oral y el proyecto como tal será expuesto últimamente en la Expo IQ.

5.1.5. Evaluación

El modelo de calificación utilizado puede partir de la rúbrica definida actualmente para cada uno de los cursos de interés. Sin embargo, para la evaluación final se debe considerar al menos: la propuesta de trabajo de laboratorio, el artículo científico y las presentaciones orales de ambos documentos.

5.1.6. Indicadores

Para medir el desempeño del estudiantado en cuanto a la innovación y el emprendimiento se establecen los siguientes indicadores semestrales:

1. Número de artículos científicos publicados por semestre.
2. Número de proyectos que inician procesos de incubación de empresas por semestre.
3. Propuestas de solución presentadas a terceros por semestre.
4. Cantidad de TFG derivados de proyectos de final de curso de laboratorio por semestre.

5.2. Ampliación de la Expo IQ

Se encontró validando que tanto estudiantes como profesores consideran que la Expo IQ tiene un papel importante en el desarrollo de capacidades de innovación y emprendimiento en el estudiantado. Además, ambos grupos consideran que los Congresos / Seminarios / Simposios / Convenciones y las Charlas / Conversatorios, / Debates / Mesas redondas también juegan un rol relevante en este caso (Figura 4.22). Por lo tanto, se propone ampliar la Expo IQ a un evento de mayor duración y número de actividades.

El objetivo de la Expo IQ consiste en la proyección de los proyectos y los estudiantes y profesores que los realizan, así como de la EIQ. Se plantea que tenga una extensión de dos días y que se realice en la semana 18 del ciclo lectivo, en el edificio de ingeniería y alrededores. Ambos días serán abiertos al público en general.

El primer día se realizaría la feria de proyectos finales de laboratorio y la premiación a los mejores. En la mañana de la segunda jornada se daría espacio para que los emprendimientos, las empresas y otras instituciones ofrezcan oportunidades laborales, de pasantías y de elaboración de TFG. Por la tarde se realizaría un ciclo de charlas cortas (tipo TEDx de 18 min) en la que profesores y estudiantes realizando sus TFG presenten los resultados de sus investigaciones. La participación de estos últimos es voluntaria, pero fomentada. Se abriría la posibilidad para que otras instancias o personas invitadas participen de este espacio.

5.2.1. Cronograma del evento

A continuación, se presenta una propuesta de programa para la actividad:

Cuadro 5.4. Cronograma de actividades de la Expo IQ

Día	Hora	Duración	Actividad	Lugar	Materiales	Responsable
1	12:00 MD	1 hora	Logística previa al evento	Plazoleta	Mesas, sillas, toldos	Comisión organizadora
1	1:00 PM	4 horas	Feria de proyectos finales de laboratorio	Plazoleta	-	Representante de la comisión organizadora, profesores y estudiantes
1	5:00 PM	1 hora	Premiación	Auditorio	Premios	Representante de la comisión organizadora, Escuela de Ingeniería Química
1	6:00 PM	1 hora	Logística posterior al evento	Plazoleta	-	Comisión organizadora
2	8:00 AM	1 hora	Logística previa al evento	Plazoleta	Mesas, sillas, toldos	Comisión organizadora
2	9:00 AM	3 horas	Feria de oportunidades laborales, pasantías y de elaboración de TFG	Plazoleta	-	Representante de la comisión organizadora, emprendimientos, empresas e instituciones
2	1:00 PM	4 horas	Jornada de investigación de estudiantes, profesores e invitados especiales.	Auditorio	Computadora, proyector	Representante de la comisión organizadora, profesores, estudiantes e invitados
2	5:00 PM	1 hora	Logística posterior al evento	Plazoleta	-	Comisión organizadora

5.2.2. Recursos humanos

La organización de la Expo IQ requiere de la participación de una comisión, compuesta por profesores y estudiantes, la cual debe tener un coordinador que sea el máximo impulsor del evento. Además, requiere del apoyo de los profesores de los cursos de laboratorio y de la EIQ en general.

La labor de la comisión consiste principalmente en la asistencia a reuniones de planeamiento, el contacto y coordinación con los emprendimientos, empresas e instituciones que deseen ofrecer oportunidades laborales, de pasantías y de elaboración de trabajos finales de graduación. Además de la gestión de los permisos necesarios para el uso de los espacios de la UCR, y de los materiales requeridos para la actividad (mesas, sillas, toldos, alimentación, premios, entre otros).

En las etapas previas y posteriores a la Expo IQ, el proceso no es intensivo en uso de mano de obra. Sin embargo, los dos días del evento si requiere de la participación y apoyo a la comisión por parte del estudiantado y profesorado de la carrera.

5.2.3. Permisos

Se deben tramitar permisos para el uso de los espacios ante el Decanato de la Facultad de Ingeniería. Este procedimiento se hace a través de la solicitud formal al Decano, por medio de una carta.

5.2.4. Costo del evento

Los principales costos del evento son relativos a la alimentación, la compra o elaboración de los premios y el alquiler y/o transporte de mesas, sillas, toldos. Los costos se pueden disminuir a través del patrocinio por parte de los emprendimientos, empresas e instituciones participantes del evento. Además, el préstamo de materiales se puede gestionar con otras instancias universitarias mientras que el traslado se puede coordinar con la Sección de transportes de la UCR.

5.2.5. Evaluación

Para la valoración del evento y de los proyectos se propone un instrumento de medición que tome en cuenta los siguientes aspectos: calificación (de 0 a 10, donde cero es el valor más bajo y diez el más alto), lo que más le gusto, oportunidad de mejora y un comentario libre.

Esta retroalimentación puede ser recolectada a través de formularios impresos o en digital (como los elaborados con LimeSurvey o Google Forms). Esta última opción tiene la ventaja de que se podría acceder a ellos a través del uso del celular y la presencia de acortadores de URL o código QR en los stands.

5.2.6. Indicadores

Para cuantificar el impacto del evento se presentan los siguientes indicadores:

1. Número de visitantes los días del evento.
2. Número de expositores.
3. Número de proyectos expuestos.
4. Número de emprendimientos, empresas e instituciones participantes.
5. Número de oportunidades laborales, pasantías y temas para TFG otorgados.
6. Promedio de la calificación del evento.

5.3. Desarrollo de habilidades, competencias y atributos a través de actividades de aprendizaje

Se encontró validando que una parte fundamental del modelo consiste en el desarrollo del talento humano de los estudiantes, principalmente en el área de las habilidades blandas, desarrollo de competencias y atributos (Figura 4.10).

Al consultarle a los estudiantes y profesores por el tipo de actividades académicas donde desarrollarían las capacidades de innovación y emprendimiento un alto porcentaje (82% y 87%, respectivamente) señaló que lo haría en Exposiciones / Presentaciones / Expo IQ y en Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos / Proyectos de final de curso (Figura 4.21).

Además, se les preguntó a ambos grupos si consideran que los estudiantes aprenden una serie de habilidades que se requieren para emprender a lo largo de la carrera. Esto permitió definir cuales competencias piensan que están más desarrolladas y en cuales hay que realizar un trabajo de fortalecimiento.

Se detectó que la principal oportunidad de mejora se da en las siguientes competencias: Detección de oportunidades, Visión (Figura 4.17), Movilización de otros, Educación financiera y económica (Figura 4.18) y Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo (Figura 4.19).

Por otro lado, como parte de los procesos de acreditación, la Escuela debe desarrollar en los estudiantes una serie de atributos como: Diseño, Trabajo individual y en grupo y Economía y gestión de proyectos, entre otros (Canadian Engineering Accreditation Board, 2018).

Tomando en cuenta estos tres elementos, se utilizará el modelo de aprendizaje por proyectos (Cinque, 2016), apoyado por los Criterios y Procedimientos de Acreditación (Canadian Engineering Accreditation Board, 2018) y el Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea (Bacigalupo, Kampylis, Punie, & Van den Brande, 2016).

Se estableció una correspondencia entre los atributos de acreditación con las competencias de emprendimiento, bajo criterios de afinidad, según lo expuesto en los documentos que los definen (Cuadro 5.5). Esto se planteó así debido a que la EIQ debe hacer esfuerzos para desarrollar los atributos de acreditación, no así las competencias de emprendimiento. Al vincularlos, se pueden trabajar ambos de manera simultánea sin aumentar la carga académica del estudiante, lo cual es relevante dado el alto número de créditos del plan de estudios y la dificultad de añadir nuevos temas a la evaluación (Universidad de Costa Rica, 2018).

Cuadro 5.5. Correspondencia entre los atributos de acreditación y las competencias de emprendimiento

Atributo de acreditación	Competencia de Emprendimiento
Diseño	Detección de oportunidades
Trabajo individual y en grupo	Visión
Trabajo individual y en grupo	Movilización de otros
Economía y gestión de proyectos	Educación financiera y económica
Economía y gestión de proyectos	Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo

5.3.1. Actividades de aprendizaje

Se propone que se realice en la modalidad de Exposiciones / Presentaciones y en Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos. Se dejan de lado la Expo IQ / Proyectos de final de curso dado que ya se propuso una medida concreta con respecto a estos (Sección 5.2).

5.3.1.1. Características generales

En general, las actividades de aprendizaje deben contar con las siguientes características:

1. Partir de un problema concreto. Sin embargo, la solución a esta puede ser de naturaleza abierta.
2. Pertenecer a la categoría de Exposiciones / Presentaciones o Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos.
3. Realizarse en pequeños equipos de trabajo de mínimo 2 integrantes (parejas).
4. Contar con la guía del profesor para su desarrollo (Cinque, 2016).

5.3.1.2. Exposiciones / Presentaciones

Las Exposiciones / Presentaciones son actividades donde los estudiantes deben comunicar de manera oral y breve ideas bien fundamentadas a sus compañeros. Esto lo hacen colocándose al frente de la clase, apoyándose en el lenguaje corporal y los recursos materiales o audiovisuales (TED, 2013).

5.3.1.2.1. Nivel de desarrollo del atributo

A continuación, se presenta que se espera que el estudiante sea capaz de hacer en cada nivel de desarrollo del atributo:

1. **Introdutorio:** Presentar lo expuesto por un autor en cuanto a vocabulario y conceptos.
2. **Desarrollado:** Explicar lo presentado por el autor y analizar su propuesta.
3. **Avanzado:** Presentar un proyecto de investigación a desarrollar por el estudiante y/o la discusión de los resultados obtenidos (Centro de Evaluación Académica, 2016).

5.3.1.2.2. Detalle de las actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones

En el Cuadro 5.6 se desarrolla el enunciado de las diversas actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones diseñadas. Además, se presenta el detalle del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el

nivel de desarrollo del atributo buscado.

Estas fueron diseñadas tomando de punto de partida las cartas al estudiante de los respectivos cursos de interés, el Atributo / Competencia a mejorar y las herramientas planteadas por Cinque (2016) y Gray, Sunni, & Macanujo (2010).

Cuadro 5.6. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones, indicando del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del buscado

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0335 - Termodinámica II	Diseño / Detección de oportunidades	Introductorio	Según AIChE (s.f.), la ingeniería química tiene las siguientes áreas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ingeniería biomédica 2. Ingeniería de materiales 3. Ingeniería ambiental 4. Ingeniería de alimentos 5. Producción de energía 6. Desarrollo de la electrónica Seleccione la que le parezca que presenta mayores oportunidades a futuro. Justifique su elección. Investigue cuales son las tendencias actuales de diseño en esa rama y señale cuál es su relación con la termodinámica. Exponga lo aprendido.
IQ-0416 - Cinética y Reactores Químicos		Desarrollado	Presente un caso de estudio a de una industria que haya modificado su oferta de productos y/o servicios debido a cambios en el mercado: aparición de retos y/o nuevas oportunidades. Indague cómo esto pudo afectar o modificar el diseño de sus instalaciones. Presente sus hallazgos en clase.
IQ-0517 - Control e Instrumentación de Procesos y IQ-0551 - Diseño de Procesos Químicos		Avanzado	Visite una industria donde estén implementando principios de la industria 4.0 o bien una empresa que se dedique a diseñar este tipo de soluciones. Realice una breve reseña de la empresa, la visita y la persona que lo recibió. Explique cómo afecta este fenómeno al diseño de los procesos de la organización y los retos y oportunidades a los que se enfrenta como consecuencia de este cambio de paradigmas. Comparta sus descubrimientos con sus compañeros.

Continuación Cuadro 5.6. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones, indicando del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del buscado

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0335 - Termodinámica II	Trabajo individual y en grupo / Visión	Introdutorio	Asista a una charla de algún tópico técnico novedoso afín a la ingeniería química. Consúltele al expositor por cuales son las perspectivas futuras del tema y la relación de este con la termodinámica (si aplica). Haga una pequeña reseña de la actividad, las respuestas obtenidos y del autor. Exponga lo aprendido en clase.
IQ-0432 - Laboratorio de Operaciones de Transferencia de Fluidos y Calor y IQ-0433 Laboratorio de Operaciones por Separación de Fases		Desarrollado	Previo a la presentación de la propuesta para el trabajo final de curso de laboratorio, entreviste a un investigador o emprendedor afín al tema que usted quiera desarrollar. Consúltele acerca de la problemática actual y las tendencias futuras en esa área. Haga una pequeña reseña de él y la información recibida. Presente sus hallazgos ante sus compañeros.
IQ-0526 - Procesos y operaciones integradas y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	A partir del proyecto de diseño realice una lluvia de ideas de cuáles son los posibles encadenamientos productivos que se podrían aprovechar en el contexto actual y las nuevas líneas de negocio que se podrían emprender dado el caso analizado. Consulte al menos un estudio de mercado que justifique sus afirmaciones. Comparta sus descubrimientos en clase.
IQ-0335 - Termodinámica II	Trabajo individual y en grupo / Movilización de otros	Introdutorio	Busque un experimento sencillo que se pueda hacer en clase relacionado con la termodinámica. Consulte con un profesor o investigador de la universidad. Consiga los materiales necesarios para realizarlo y haga una demostración ante sus compañeros. Comente brevemente acerca de las personas que le ayudaron durante la actividad.

Continuación Cuadro 5.6. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones, indicando del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del buscado

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0432 - Laboratorio de Operaciones de Transferencia de Fluidos y Calor y IQ-0433 Laboratorio de Operaciones por Separación de Fases	Trabajo individual y en grupo / Movilización de otros	Desarrollado	Entreviste a un investigador o emprendedor que le de elementos relevantes para la elaboración del proyecto final. El entrevistado no puede ser profesor o investigador de la Escuela de Ingeniería Química. Haga una pequeña reseña de esa persona y de la información recibida. Presente sus hallazgos en clase.
IQ-0526 - Procesos y operaciones integradas y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	Valide la propuesta de valor elaborada para el proyecto de diseño asignado con al menos 10 clientes potenciales. Comparta sus descubrimientos con sus compañeros.
IQ-0332 - Análisis de Procesos I	Economía y gestión de proyectos / Educación financiera y económica	Introductorio	Busque una noticia en la cual se mencione como la economía está afectando a alguna industria del país o cómo la realización de un proyecto está afectando la economía del país. Comente en clase brevemente lo encontrado.
IQ-0451 Planeamiento de la producción y IQ-0452 Control de la Producción		Desarrollado	Asista a algún debate o taller donde se traten temas relativos a las finanzas, la economía, la gestión de proyectos o la realidad nacional. Presente en clase sus aprendizajes.
IQ-0553 - Evaluación de Proyectos y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	<p>Realice un análisis de stakeholders (involucrados) del proyecto de diseño. Responda las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Quiénes van a ser impactados por el proyecto? • ¿Quién puede apoyar la propuesta? • ¿Quién podría obstruirla? • ¿Quiénes han trabajado el tema anteriormente? <p>Sistematice la información en un pliego de papel periódico. Exponga lo anterior a sus compañeros.</p>

Continuación Cuadro 5.6. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo exposiciones y presentaciones, indicando del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del buscado

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0332 - Análisis de Procesos I	Economía y gestión de proyectos / Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo	Introductorio	Investigue cual es el contexto actual costarricense: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la situación política? • ¿Cuál es el clima económico? • ¿Cuáles son las tendencias del mercado? • ¿Cuáles son los riesgos actuales? • ¿Cómo afecta lo anterior al sector industrial? Comente en clase brevemente lo encontrado
IQ-0451 Planeamiento de la producción y IQ-0452 Control de la Producción		Desarrollado	Encuentre un caso de estudio donde una empresa o industria en crisis ha logrado recuperarse y salir adelante. Comparta esto en clase.
IQ-0553 - Evaluación de Proyectos y IQ- 0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	Construya una propuesta de valor para el proyecto de diseño asignado. Sistematice la información en el lienzo respectivo. Presente su hipótesis a sus compañeros para obtener retroalimentación.

5.3.1.2.3. Entregables

Los trabajos se presentarán en la plataforma de Mediación Virtual. Se subirán los siguientes dos archivos:

1. Presentación en PDF, PowerPoint o similares.
2. Resumen de una extensión máxima de una hoja en PDF o Word.

5.3.1.2.4. Evaluación

Cada una de las actividades se evaluará como un quiz o una tarea salvo en los cursos que presentan una rúbrica específica para las presentaciones. En este último caso se asignará el porcentaje correspondiente.

5.3.1.3. Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos

Esta categoría se definirá como un trabajo que debe realizar en un tiempo establecido (Real Academia Española, 2019), cuya evidencia de elaboración se presenta en forma escrita.

5.3.1.3.1. Nivel de desarrollo del atributo

A continuación, se presenta que se espera que el estudiante sea capaz de hacer en cada nivel de desarrollo del atributo:

1. **Introductorio:** Consiste en poder introducir elementos básicos relativos al tema de interés: definiciones, conceptos, formulas y modelos matemáticos utilizados, entre otros.
2. **Desarrollado:** Problema definido, requiere de una investigación básica para su resolución.
3. **Avanzado:** Este tipo de actividad asigna un problema abierto o situación a resolver. Requiere de una investigación profunda para su resolución (Centro de Evaluación Académica, 2016).

5.3.1.3.2. Detalle de las actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos

En el Cuadro 5.7 se desarrolla el enunciado de las diversas actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos diseñadas. Además, se presenta el detalle del curso donde se realizaría, el Atributo / Competencia trabajados y el nivel de desarrollo del atributo buscado.

Al igual que en el caso anterior, estas fueron diseñadas tomando de punto de partida las cartas al estudiante de los respectivos cursos de interés, el Atributo / Competencia a mejorar y las herramientas planteadas por Cinque (2016) y Gray, Sunni, & Macanufo (2010).

Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0335 - Termodinámica II	Diseño / Detección de oportunidades	Introductorio	Investigue cuales son los avances actuales en la termodinámica y en qué áreas se están aplicando.

Continuación Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0416 - Cinética y Reactores Químicos		Desarrollado	<p>Estudiantes de la carrera de ingeniería química desean emprender. Deciden elaborar un producto a partir de una fermentación. Para hacer las pruebas, consiguieron un reactor por lotes de 1 m³. Sin embargo, no han decidido que producto elaborar. Realice:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas de posibles productos a sintetizar. • Selección del producto a manufacturar basado en una justificación de mercado. • Búsqueda de cinética. • Obtención de los perfiles de concentración en función del tiempo de los productos y reactivos simulados en Polymath. Considere sistema isotérmico.
IQ-0517 - Control e Instrumentación de Procesos y IQ-0551 - Diseño de Procesos Químicos		Avanzado	<p>Contacte a un emprendedor, empresa o industria que requiera automatizar un proceso de manufactura. Escoja la operación unitaria que en su criterio es la más crítica de controlar. Justifique su elección. Diseñe el sistema de control e instrumentación. Genere el plano P&ID. Investigue que otras organizaciones pueden necesitar un trabajo similar.</p>
IQ-0335 - Termodinámica II	Trabajo individual y en grupo / Visión	Introductorio	<p>Investigue cuales son las tendencias de investigación en la termodinámica y que aplicaciones se espera que se desarrollen en el futuro.</p>

Continuación Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0432 - Laboratorio de Operaciones de Transferencia de Fluidos y Calor y IQ-0433 Laboratorio de Operaciones por Separación de Fases	Trabajo individual y en grupo / Visión	Desarrollado	<p>Aplique la técnica de tormenta de ideas para una de las operaciones unitarias desarrolladas en el curso. Responda a las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo será la próxima generación de los equipos que las realizarán? 2. ¿En qué principios de la ingeniería química se basarán? 3. ¿Qué aplicaciones tendrán?
IQ-0526 - Procesos y operaciones integradas y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	<p>En este punto de la carrera usted posee una gran experiencia en el desarrollo de trabajos de investigación: ha tenido aciertos y oportunidades de mejora. Basado en todo esto y en el enunciado del proyecto de diseño, responda:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué puede salir mal? 2. ¿Cómo podría terminar esto en un desastre? <p>Piense en qué tan probable es que se den estas situaciones y considere cuales son las posibles soluciones a todas estas cuestiones. Sistematice sus hallazgos en un documento escrito.</p>
IQ-0335 - Termodinámica II	Trabajo individual y en grupo / Movilización de otros	Introdutorio	<p>Entreviste al menos a dos profesionales en ingeniería química o áreas afines que trabajen en la industria acerca de las aplicaciones de la termodinámica en la vida real. Redacte un documento donde indique una pequeña reseña de ambas personas, sus aprendizajes y un comentario acerca de la experiencia.</p>

Continuación Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0432 - Laboratorio de Operaciones de Transferencia de Fluidos y Calor y IQ-0433 Laboratorio de Operaciones por Separación de Fases	Trabajo individual y en grupo / Movilización de otros	Desarrollado	Para la creación de la propuesta del proyecto de diseño aplique la técnica de ideación heurística. Para esto realice dos listas: una correspondiente a los diferentes temas a desarrollar en el curso y otra que abarque las diversas áreas de la ingeniería química. A partir de ambas, genere una matriz, donde la primera lista corresponda a la fila inicial y la segunda a la primera columna. Complete la cuadrícula de tal manera que pueda encontrar aplicaciones que abarquen ambos temas. Las combinaciones generadas representan posibles tópicos a explorar en el proyecto de diseño.
IQ-0526 - Procesos y operaciones integradas y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	Aplique la técnica de “atomatizar” el conocimiento. En equipos de trabajo desarrollar uno de los tópicos del curso. Subdividir cada tema en los componentes principales que lo conforman (mínimo cinco). A su vez, hacer esto para cada componente. Representar lo anterior en un documento escrito. Incluya un mapa conceptual que interrelacione tema, componentes y subcomponentes. Explique cada uno brevemente.
IQ-0332 - Análisis de Procesos I	Economía y gestión de proyectos / Educación financiera y económica	Introductorio	Investigue qué es la economía, las finanzas y la gestión de proyectos. Explique cuál es la diferencia entre ellas y relación de cada una con respecto a la ingeniería química.

Continuación Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0451 Planeamiento de la producción y IQ-0452 Control de la Producción	Economía y gestión de proyectos / Educación financiera y económica	Desarrollado	Contacte a un profesional en ingeniería química que posea un emprendimiento, empresa o se desempeñe liberalmente. Consúltele acerca de cuáles conocimientos en economía, finanzas y gestión de proyectos son importantes que posea un profesional del área, en su experiencia.
IQ-0553 - Evaluación de Proyectos y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial		Avanzado	Para el proyecto de diseño, represente en un diagrama de flujo los distintos trámites que debe hacer para instalar dicha industria en el país. Incluya la institución donde se realiza la gestión, el lugar donde está ubicada, la información de contacto, la documentación requerida, los documentos recibidos y el tiempo aproximado que se requiere en cada etapa.
IQ-0332 - Análisis de Procesos I	Economía y gestión de proyectos / Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo	Introductorio	Investigue qué es un riesgo y un peligro. Explique: <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué son y cuál es la diferencia entre ambos? 2. ¿Cuál es la relación del riesgo con las finanzas, la gestión de proyectos y la ingeniería química? 3. ¿Cómo se gestionan los riesgos?
IQ-0451 Planeamiento de la producción y IQ-0452 Control de la Producción		Desarrollado	Contacte a un profesional que se desempeñe en el área de ventas técnicas. Consúltele por el tipo de herramientas o metodologías que se utilizan en la industria para realizar pronósticos y proyecciones de ventas.

Continuación Cuadro 5.7. Instrucciones de actividades de aprendizaje, de tipo Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos, indicando el curso, atributo / competencia y el nivel

Curso	Atributo / Competencia	Nivel	Instrucciones
IQ-0553 - Evaluación de Proyectos y IQ-0556 - Principios de Administración Industrial	Economía y gestión de proyectos / Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo	Avanzado	<p>Aplique la técnica de “misión imposible” a una empresa o emprendimiento que usted conozca. Para esto escoja un producto que ellos elaboren y elimine un elemento que usted considere clave para poder elaborar el producto (como un insumo, proceso u operación unitaria). Responda las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se podría resolver esto? 2. ¿Qué beneficios podrían derivarse de una nueva solución? 3. ¿Este elemento es realmente indispensable o se podría eliminar, sustituir o alterar por algo más? 4. ¿Qué efectos podría haber en el tiempo de fabricación, la distribución de planta, los materiales utilizados, el proceso y el ambiente?

5.3.1.3.3. Entregables

Los trabajos se presentarán en la plataforma de Mediación Virtual. Se subirá el documento escrito en formato PDF / Word.

5.3.1.3.4. Evaluación

Cada una de las actividades se evaluará como un quiz o una tarea.

5.4. Biblioteca de videos y bases de datos

Esta parte del modelo consiste en una selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores de la carrera.

Estos pueden ser colocados en plataformas como Mediación Virtual, la página web de la escuela, entre, otros. A continuación, se presenta dicha información en el Cuadro 5.8.

Cuadro 5.8. Selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores

Categoría	Título - Autor	Descripción	Vínculo
Tendencias en la ingeniería química	#MiEmpleoMiFuturo: un documental sobre robots, economía, clase media... y el fin del mundo – Fundación Cotec para la innovación	Retos de la cuarta revolución industrial y el futuro del trabajo.	https://www.youtube.com/watch?v=htAnVeMtrr8
	#MiEmpleoMiFuturo 2: un documental sobre robots, economía, clase media... y el fin del mundo – Fundación Cotec para la innovación	Retos de la cuarta revolución industrial y el futuro del trabajo.	https://www.youtube.com/watch?v=-z5z8aGRSQ0
	ADN: el disco duro del futuro – DW español	Uso de ADN para el almacenamiento de datos.	https://www.youtube.com/watch?v=o2EFile_rZ0
	Baterías hechas en Alemania – DW español	Producción de baterías para la industria automotriz del futuro.	https://www.youtube.com/watch?v=c1NzXzTbwt0
	Carne de laboratorio – DW español	Producción de carne a partir de células madre vacunas.	https://www.youtube.com/watch?v=a8S2jOD21T4
	Células solares Graetzel: inspiradas en la naturaleza - DW español	Celdas fotovoltaicas del futuro capaces de imitar la fotosíntesis.	https://www.youtube.com/watch?v=MqKM-H73IIO
	Delgados y baratos: paneles solares de plástico – DW español	Células fotovoltaicas hechas de carbono.	https://www.youtube.com/watch?v=8mGLcdanBME
	Impossible Burger: así se hace una hamburguesa imposible – CNET español	Creación de carne picada a partir de proteína de origen vegetal.	https://www.youtube.com/watch?v=KaYnplB41xQ

Continuación Cuadro 5.8. Selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores

Categoría	Título - Autor	Descripción	Vínculo
Tendencias en la ingeniería química	Un tatuaje temporal que lleva el cuidado hospitalario a casa – Todd Coleman	Desarrollo de un parche bioelectrónico flexible para el monitoreo de la salud.	https://www.ted.com/talks/todd_coleman_a_temporary_tattoo_that_brings_hospital_care_to_the_home
	Una nueva manera de remover CO ₂ de la atmosfera – Jennifer Wilcox	Captura del CO ₂ atmosférico a través de reacciones químicas a nivel industrial.	https://www.ted.com/talks/jennifer_wilcox_a_new_way_to_remove_co2_from_the_atmosphere
	Una nueva superarma en la lucha contra el cáncer – Paula Hammond	Lucha contra el cáncer agresivo a través del uso de nanopartículas.	https://www.ted.com/talks/paula_hammond_a_new_superweapon_in_the_fight_against_cancer
Conceptos	¿Qué es la innovación? – Tecnológico de Monterrey	Definición de lo que es innovación según Isabel Maíz Elizondo, Ingeniería en Innovación y Desarrollo.	https://www.youtube.com/watch?v=wlykHD0-qk
	Emprendimiento y Emprendedor. Conceptualización Teórica - Universitat Politècnica de València	Definición de lo que es emprendimiento, según Mónica Arroyo Vázquez, Doctora en Proyectos de ingeniería e innovación.	https://www.youtube.com/watch?v=t2eMk9wzDLI
	¿Qué es una startup, según el BID? - DW español	Definición de lo que es una startup según Alejandro Melandri, representante del Banco Interamericano de Desarrollo en Bolivia	https://www.youtube.com/watch?v=RX3mPDUJqS8

Continuación Cuadro 5.8. Selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores

Categoría	Título - Autor	Descripción	Vínculo
Conceptos	Método Lean Startup en 2 minutos - Eugenio Oller	Explicación del método Lean Startup usado para reducir el tiempo y el costo de crear empresas a través de la experimentación por Eugenio Oller, Master en Emprendimiento y Negocios.	https://www.youtube.com/watch?v=I9ET1WqRvSQ
	Diseñando la propuesta de valor – Eugenio Oller	Explicación de los componentes de la propuesta de valor por Eugenio Oller, Master en Emprendimiento y Negocios.	https://www.youtube.com/watch?v=ZCJC1hI6qWQ
Casos de éxito	BluePrint Establishment PROCOMER	Reto Labs - Empresa global de tecnología médica, primera empresa costarricense en cotizar en el mercado de valores Nasdaq.	https://www.youtube.com/watch?v=zj-PORPEY7U
	Florex – Florex	Productos de limpieza amigables con el ambiente.	https://www.youtube.com/watch?v=UWLR-g38H9w
	Carambola: jugada...múltiples resultados - AUGE	una Proyectos del Programa de Innovación Tecnológica, Hans Pieringer (CEO en Phage Technologies S.A) y Juan Vera (CEO Nimblr.ai).	https://www.youtube.com/watch?v=6BQui2RKfR8
	Costa Rica Brewers PROCOMER	– Industria cervecera artesanal costarricense.	https://www.youtube.com/watch?v=u2vrdKb3ru0
Bases de datos	Bases de datos y documentación – Instituto Nacional de Estadística y Censos	Posee una compendio de datos relativos a la economía, empleo, ingresos y gastos de los hogares, medio ambiente, entre otros.	http://www.inec.go.cr/bases-de-datos-y-documentacion
	TED Talks – TED	Compendio de videos que buscan difundir ideas y generar discusión.	https://www.ted.com/talks

Continuación Cuadro 5.8. Selección de videos y bases de datos, de innovación y emprendimiento, en general y relacionados con la ingeniería química, para la consulta de los estudiantes y profesores

Categoría	Título - Autor	Descripción	Vínculo
	Videos de charlas TEDxPuraVida	Compendio de videos que buscan difundir ideas y generar discusión.	https://www.tedxpura vida.org/charlas/
	Crunchbase Crunchbase Inc	- Permite descubrir compañías innovadoras y las personas detrás de ellas.	https://www.crunchbase.com/home
	Datos abiertos – Gobierno de Costa Rica	Incluye datos de las diversas instituciones públicas del país relativos a temas como la economía, industria y comercio, Pymes, entre otros.	http://datosabiertos.presidencia.go.cr/home
	Datos libres – Banco Mundial	Compendio de indicadores de desarrollo a nivel mundial.	https://datos.bancomundial.org/
	Hipatia - Programa Estado de la Nación	Proporciona información concerniente a las capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación en el país.	https://hipatia.cr/
	Passport – Euromonitor	Proporciona información relativa a industrias, economía y consumidores globales.	https://login.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/login?url=http://www.portal.euromonitor.com/%2f
	Portal de Revistas -UCR	Recopilación de todas las revistas académicas de la UCR.	https://revistas.ucr.ac.cr/
	Radiografía laboral OLaP	- Datos relativos al mercado laboral de las personas graduadas de las universidades en Costa Rica.	http://radiografiakonare.ac.cr/
	Repositorio Kérwá – UCR	Compendio de toda la producción de la UCR.	http://www.kerwa.ucr.ac.cr/
	Sistema de Estudios de Mercado - PROCOMER	Presenta una variedad de estudios de mercado de utilidad para el contexto costarricense.	http://sistemas.procomer.go.cr/EstudiosMercados

5.5. Mapeo de actores

Esta sección consiste en una selección de instancias universitarias y organizaciones que pueden ser de apoyo en este tipo de procesos. Se detalla la información y proceso de contacto, además del área de competencia de la unidad.

5.5.1. AUGE (Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento)

5.5.1.1. Descripción

Se especializa en la creación y aceleración de empresas. Además, brinda capacitación, promueve los proyectos innovadores y apoya el emprendimiento. Brinda sus servicios tanto a lo interno como a lo externo de la universidad (Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento, 2019).

5.5.1.2. Servicios

AUGE brinda servicios a la comunidad universitaria y al público en general entre los que se pueden destacar:

- Charlas y talleres a la comunidad universitaria, tanto a profesores como estudiantes.
- Taller descubrir, dirigido a emprendedores.
- Proceso de incubación, dividido en etapas, abierto al público en general.
- Citas de atención para aclaración de dudas

5.5.1.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, en la Casa emprendedora María Teresa Obregón, 100 metros este y 100 norte de la Fuente de la Hispanidad.

5.5.1.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 8 am a 12 md y de 1 pm a 5 pm.

5.5.1.5. Contacto

Página web: <http://www.augeucr.com/>

Facebook: <https://www.facebook.com/augeucr>

Correo electrónico: info@augeucr.com

Número de teléfono: +(506) 2511-1334

5.5.1.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica

Consiste en enviar un correo electrónico a la dirección: info@augeucr.com.

5.5.2. PROINNOVA (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación)

5.5.2.1. Descripción

Se especializa en la gestión de proyectos novedosos de la UCR que puedan generar resultados innovadores que incidan en sector socioproductivo. Esto lo realiza a través de la gestión del conocimiento, la protección de la propiedad intelectual y la transferencia de este.

También capacita, promociona y asesora en temas de innovación, creatividad, propiedad intelectual e inteligencia competitiva (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación, 2019).

5.5.2.2. Servicios

Proinnova brinda servicios a la comunidad universitaria y al público en general entre los que se pueden destacar:

1. Capacitación
2. Asesoría en gestión de innovación, transferencia de conocimiento, protección y registro de la propiedad intelectual
3. Elaboración de informes de inteligencia competitiva (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación, 2019)

5.5.2.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, Sede Universitaria Rodrigo Facio, cuarto piso de la Biblioteca Luis Demetrio Tinoco (subiendo por las gradas de caracol externas) (Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación, 2019).

5.5.2.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 8 am a 12 md y de 1 pm a 5 pm.

5.5.2.5. Contacto

Página web: <http://www.proinnova.ucr.ac.cr/>

Facebook: <https://www.facebook.com/PROINNOVAUCR>

Correo electrónico: proinnova.vi@ucr.ac.cr
Teléfono: +(506) 2511-1359

5.5.2.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica

Consiste en enviar un correo electrónico a la dirección: proinnova.vi@ucr.ac.cr.

5.5.3. Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano

5.5.3.1. Descripción

Se especializa en la formación de estudiantes universitarios en el liderazgo de servicio, capaces de gestionar procesos de cambio internos y externos (Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano, 2019).

5.5.3.2. Servicios

El Programa de Liderazgo con Desarrollo humano brinda servicios únicamente a la comunidad estudiantil universitaria entre los que se pueden destacar:

1. Capacitación de estudiantes en temas de liderazgo, comunicación, trabajo en equipo, entre otros.
2. Talleres y campamentos en temas de desarrollo humano y liderazgo (Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano, 2019).

5.5.3.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, Sede Universitaria Rodrigo Facio, Facultad de Farmacia .

5.5.3.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 8 am a 12 md y de 1 pm a 5 pm.

5.5.3.5. Contacto

Página web: <http://www.programaliderazgo.ucr.ac.cr/>
Facebook: <https://www.facebook.com/Programa-de-Liderazgo-UCR-127453327425491/>
Correo electrónico: programaliderazgo@ucr.ac.cr
Número de teléfono: +(506) 2511-8319

5.5.3.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica

Consiste en enviar un correo electrónico a la dirección: programaliderazgo@ucr.ac.cr.

5.5.4. ProtoLab UCR

5.5.4.1. Descripción

Se especializa en la asesoría y guía en el proceso de prototipado. No desarrollan, diseñan o ensamblan prototipos, sino que apoyan con conocimiento y recursos a quien lo quiera hacer (Dittel, 2019). Tiene un enfoque de aprender haciendo y de aplicaciones de la tecnología para la solución de problemas (Mayorga López, 2018).

5.5.4.2. Servicios

Según Dittel (2019), ProtoLab brinda servicios a la comunidad universitaria y al público en general entre los que se pueden destacar:

1. Capacitación (a través de los Turbo Talleres, donde se dan los fundamentos de una técnica en 30 minutos, y el Programa Maker, compuesto por 3 módulos, de 4 sesiones de una hora cada una. También se dan charlas y talleres).
2. Impresión 3D (incluye el material, PLA o TPU únicamente, y tiene un costo por minuto de 100 colones. La tarifa baja a 65 colones por minuto para emprendimientos o proyectos personales).
3. Corte laser (tiene un costo por minuto de 300 colones. La tarifa baja a 100 colones por minuto para emprendimientos o proyectos personales).
4. Espacio de coworking con internet.
5. Préstamo de herramientas y uso de consumibles (como marcadores y papel).
6. Visitas guiadas

5.5.4.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, 100 metros este y 50 norte de la Fuente de la Hispanidad.

5.5.4.4. Horario de atención

De martes a viernes, de 1 pm a 9 pm.

5.5.4.5. Contacto

Página web: <https://zarusprojects.com/>

Facebook: <https://www.facebook.com/protolabucr/>

Correo electrónico: protolab@fundacionucr.ac.cr

Teléfono: +(506) 2225-1348

5.5.4.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica

Consiste en enviar un correo electrónico a la dirección: protolab@fundacionucr.ac.cr

5.5.5. InnovaAP (Laboratorio Colaborativo de Innovación Pública)

5.5.5.1. Descripción

Se especializa en la cocreación de soluciones que responde a problemáticas y al desarrollo de procesos de innovación entre la academia, el sector público y otros actores sociales (Nuñez Chacón, 2019).

5.5.5.2. Servicios

InnovaAP está al servicio de Costa Rica. Atiende tanto iniciativas públicas como privadas. Sus áreas de acción son:

1. Investigación
2. Apertura de datos
3. Innovación social
4. Innovación del servicio público

La unidad no cobra por sus servicios y pone a la disposición del proceso profesores y estudiantes. Sin embargo, la contraparte interesada aporta en el tema de recursos: viáticos, alimentación y materiales (Nuñez Chacón, 2019).

5.5.5.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San Pedro de Montes de Oca, Sede Universitaria Rodrigo Facio, detrás de la antigua Facultad de Ciencias Sociales (Edificio de Aulas).

5.5.5.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 9 am a 5 pm.

5.5.5.5. Contacto

Página web: <http://eap.ucr.ac.cr/innovaap/>

Facebook: <https://www.facebook.com/innovaap/>

Correo electrónico: innovaap@ucr.ac.cr

Teléfono: +(506) 2511-5660

5.5.5.6. Proceso de contacto por parte de la Unidad Académica

Consiste en enviar un correo electrónico a la dirección: innovaap@ucr.ac.cr.

5.5.6. Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines (CIQPA)

5.5.6.1. Descripción

Es una organización que agrupa a los profesionales en Ingeniería química y afines (ingeniería de alimentos, de materiales, metalurgia y maderas). Apoya y proyecta las iniciativas de los colegiados, además de que les brinda capacitación. Colabora con el estado en los temas país afines al campo profesional (Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines, 2019).

5.5.6.2. Servicios

El CIQPA (2019) cuenta con la siguiente oferta de servicios:

1. Capacitación
2. Promoción de la pequeña y mediana empresa
3. Reconocimiento de especialidades

5.5.6.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San José, 200 metros al este y 300 metros al sur de la Casa Matute Gómez, Calle 25.

5.5.6.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 8 am a 5 pm.

5.5.6.5. Contacto

Página web: <https://www.ciqpacr.com/>

Facebook: <https://www.facebook.com/CIQPA/>

Correo electrónico: asistente@ciqpacr.org

Teléfono: +(506) 2222-5611

5.5.7. Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)

5.5.7.1. Descripción

Capacita y certifica a las personas, en los diversos sectores productivos, con el fin de impulsar el desarrollo económico. Cuenta con diversos centros distribuidos en el territorio nacional en áreas que van desde la industria alimentaria hasta la tecnología de materiales. También brinda una serie de servicios complementarios (Instituto Nacional de Aprendizaje, 2019).

5.5.7.2. Servicios

El INA (2019) cuenta con la siguiente oferta de servicios:

1. Capacitación
2. Orientación vocacional
3. Intermediación de empleo
4. Análisis químico
5. Secado de madera
6. Laboratorio de materiales

5.5.7.3. Ubicación

La Sede Central se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de San José, en el distrito de la Uruca, frente al Parque de Diversiones.

5.5.7.4. Horario de atención

De lunes a jueves, de 7:30 am a 4:00 pm, viernes, de 7:30 am a 3:30 pm.

5.5.7.5. Contacto

Página web: <http://www.ina.ac.cr/>

Facebook: <https://www.facebook.com/institutonacionaldeaprendizaje/>

Correo electrónico: informacion@ina.ac.cr

Teléfono: +(506) 2210-6000

5.5.8. Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER)

5.5.8.1. Descripción

Apoya a la micro, pequeñas y medianas empresas costarricenses en el proceso de internacionalización. Promueven la oferta exportadora de bienes y servicios del país en el mundo (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica, 2019).

5.5.8.2. Servicios

PROCOMER (2019) tiene la siguiente oferta de servicios:

1. Elaboración de estudios de mercado
2. Capacitaciones y talleres
3. Asesorías

5.5.8.3. Ubicación

Se encuentra en la provincia de San José, en el cantón de Escazú, sobre la Autopista Próspero Fernández, al costado oeste del Hospital Cima, Complejo Plaza Tempo, tercer piso.

5.5.8.4. Horario de atención

De lunes a viernes, de 8 am a 5 pm.

5.5.8.5. Contacto

Página web: <https://www.procomer.com/>

Facebook: <https://www.facebook.com/ProcomerCR/>

Correo electrónico: info@procomer.com

Teléfono: +(506) 800 7762-6637

5.5.9. Resumen información de contacto unidades universitarias y organizaciones de apoyo

A continuación, se presenta el resumen de la información de contacto de las instancias anteriormente mencionadas:

Cuadro 5.9. Información de contacto de las unidades universitarias y organizaciones que pueden apoyar los procesos de innovación y emprendimiento de la Escuela de Ingeniería Química

Unidad	Temática	Teléfono	Correo electrónico	Proceso de contacto
AUGE	Emprendimiento	+(506) 2511-1334	info@augeucr.com	Correo electrónico
PROINNOVA	Innovación	+(506) 2511-1359	proinnova.vi@ucr.ac.cr	Correo electrónico
Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano	Habilidades blandas	+(506) 2511-8319	programaliderazgo@ucr.ac.cr	Correo electrónico
ProtoLab	Prototipado	+(506) 2225-1348	protolab@fundacionucr.ac.cr	Correo electrónico

Continuación Cuadro 5.9. Información de contacto de las unidades universitarias y organizaciones que pueden apoyar los procesos de innovación y emprendimiento de la Escuela de Ingeniería Química

Unidad	Temática	Teléfono	Correo electrónico	Proceso de contacto
InnovaAP	Innovación pública	+(506) 2511- 5660	innovaap@ucr.ac.cr	Correo electrónico
Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines	Capacitación técnica y Promoción	+(506) 2222- 5611	asistente@ciqpacr.org	Correo electrónico
Instituto Nacional de Aprendizaje	Capacitación técnica y Prototipado	+(506) 2210- 6000	informacion@ina.ac.cr	Correo electrónico
Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica	Internacionalización	+(506) 800 7762- 6637	info@procomer.com	Correo electrónico

6. Validación del prototipo de modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación

Una vez que se diseñó el modelo se validó para verificar que existiera una buena relación problema-solución. La retroalimentación recibida en esta etapa se utilizó para hacer ajustes a la propuesta. Cabe destacar que el modelo es un intangible por lo que su prototipo consiste en la explicación de las ideas que lo sustentan.

La población de interés para esta parte del estudio fue la misma que participó en la definición de la propuesta de valor: estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Química de la Sede Central de la Universidad de Costa Rica. Únicamente no se tomaron en cuenta aquellos alumnos que ya hubieran completado su TFG y estuvieran próximos a graduarse, para el momento de la realización de esta etapa.

Es importante mencionar que la propuesta de valor se realizó en el segundo ciclo del 2018 y la validación en el primer ciclo 2019. Esto implica que el estudiantado participante en el estudio tuvo un avance de un ciclo en el plan de estudios. Por lo que, en general, la población que inicialmente estaba en un bloque se encuentra en el siguiente inmediato al momento de realizar la validación. Es decir, si al inicio del estudio un estudiante estaba en el sexto bloque, al final está en el séptimo y así sucesivamente.

La validación se efectuó a través de la exposición de los contenidos principales del trabajo mediante un “elevator pitch” (explicación rápida de los elementos clave de la solución) o exposición, la posterior atención de cualquier duda que pudiera surgir con respecto a este (en varios casos incluso se revisó el documento escrito de la propuesta) y finalmente la obtención de la retroalimentación mediante un formulario.

Este proceso se hizo en diversos cursos de la carrera y con parte del profesorado en sus oficinas. En el caso de los estudiantes que estuvieran haciendo su TFG se les envió un correo electrónico con la transcripción de la presentación y el respectivo cuestionario. Esto debido a la dificultad de reunirlos a todos en un mismo espacio y tiempo.

Además, se consideraron terceros que pudieran enriquecer el trabajo: gestores de innovación o de emprendimiento, emprendedores, profesionales en ingeniería química y carreras afines, entre otros. La visión de estas personas es vital ya que se podría dar un caso de endogamia académica de la solución. Por lo tanto, su visión externa permite reducir este sesgo.

Los terceros se contactaron en diversos eventos de emprendimiento o se invitaron a participar en una sesión de validación más larga a través de correo electrónico. Esto último se realizó principalmente en las instalaciones del Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines o en la Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento.

Se contó con la participación de 128 personas. La edad promedio de los participantes fue de $(27,2 \pm 7,9)$ años. En términos generales, las personas colaboradoras en el estudio son adultos jóvenes. Hubo similar participación de hombres (50%) y de mujeres (48%), como se aprecia en la Figura 6.1.

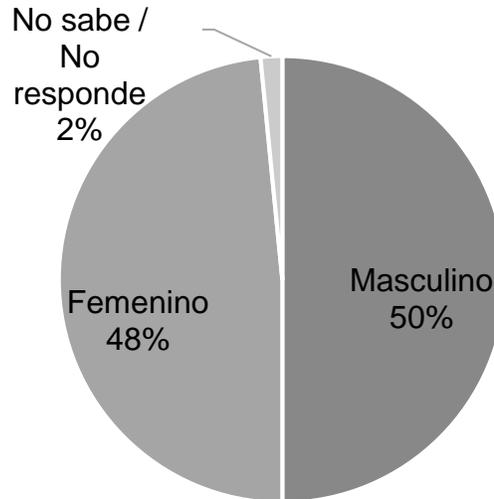


Figura 6.1. Género de los participantes en la validación

Como se observa en la Figura 6.2, del total de participantes, el 74% corresponde al estudiantado, el 15% a otros y el 11% al profesorado. El grupo porcentualmente más importante es el de estudiantes de octavo bloque con un 23% mientras que las demás categorías presentan valores entre el 10% y el 16%. Esto es así debido a que esa generación en particular cuenta con más estudiantes que las otras (Cuadro 4.3).

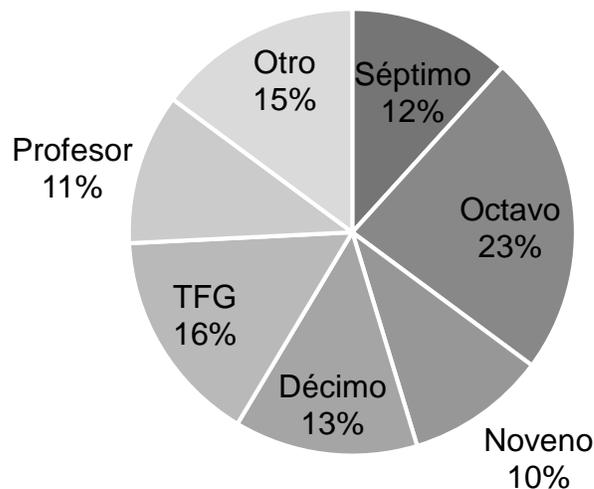


Figura 6.2. Distribución porcentual de los grupos considerados en la validación

Ahora bien, según el Cuadro 4.3 el estudiantado del séptimo bloque debería presentar una situación similar. Sin embargo, esto no se aprecia en la Figura 6.2 debido a que en el III Ciclo de 2018 se ofrecieron los cursos: operaciones de transferencia de fluidos y calor e ingeniería de materiales. Por lo tanto, los estudiantes de esta generación presentes en el aula a la hora de la validación son menos, dado que un grupo significativo ya había aprobado el curso en cuestión en el III Ciclo de 2018. En cuanto al estudiantado que está realizando su TFG, debido a que la participación es voluntaria y la solicitud se hizo a través del correo electrónico, es normal esperar una baja contribución a pesar de ser el grupo numéricamente más grande.

Como se observa en la Figura 6.3, al consultarle a los colaboradores en el estudio si han valorado emprender, el 62% (desglosado en: 46,4% estudiantes, 7,8% profesores y 7,8% otros) señaló que sí mientras que el 13% (dividido en 6,5% otros, 4,1% estudiantes y 2,4% profesores) lo está haciendo actualmente. Por lo que la mayoría de los estudiantes no está emprendiendo actualmente. Sin embargo, al menos el 46,4% lo ha valorado alguna vez.

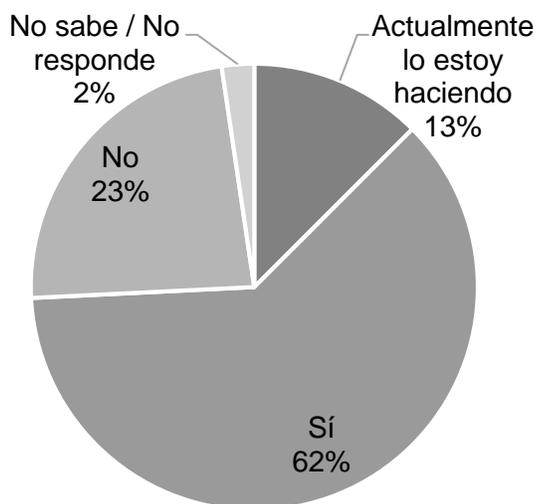


Figura 6.3. Porcentaje de participantes que ha valorado emprender

En general, a las personas les parece que la propuesta es buena (48%) o excelente (40%). Tan solo el 9% piensa que es regular (Figura 6.4). No se obtuvieron valoraciones inferiores, por lo tanto, la percepción del modelo es bastante positiva. Al desglosar el 9% de los participantes que consideran que la propuesta es regular, el conjunto más significativo es el de otros con un 3,75%, seguido de los estudiantes del décimo bloque con un 2,25%. Particularmente cuando se validó con ambos grupos hubo una revisión más exhaustiva del modelo debido a que las dudas que surgieron.

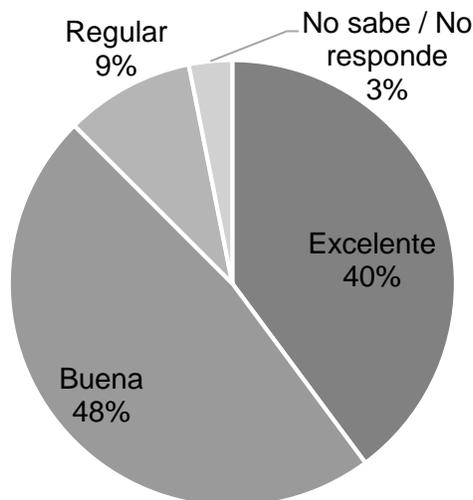


Figura 6.4. Calificación asignada a la propuesta

La mayoría de los participantes considera que la propuesta cuenta con los elementos para desarrollar las capacidades de innovación y emprendimiento en el estudiantado (60%) (Figura 6.5). Sin embargo, el 35% piensa que, a pesar de que cuenta con algunas partes, le hace falta otras. Por lo tanto, aunque el modelo posee varios de los elementos necesarios, es posible que requiera algunos más.

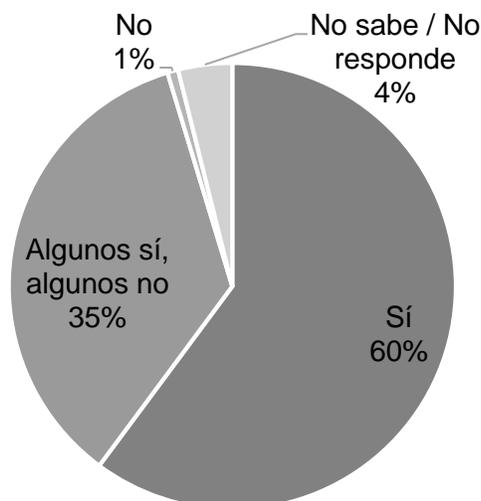


Figura 6.5. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta cuenta con los elementos necesarios para desarrollar las capacidades de innovación y emprendimiento en el estudiantado

Según la Figura 6.6, la gran mayoría de las personas señaló que el modelo propuesto responde a la realidad del estudiantado (86%). Como es de esperar, la mayoría de los que no saben o no responden pertenecen a la categoría de otros (5,4%) mientras que el restante 1,6% corresponde a estudiantes.

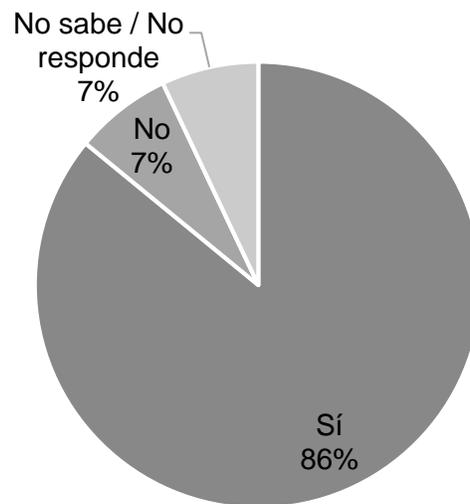


Figura 6.6. Porcentaje de participantes que consideran que el modelo propuesto responde a la realidad del estudiantado

La mayoría de las personas (63%) piensa que la propuesta logra solventar parcialmente las carencias de formación en innovación y emprendimiento por parte de los estudiantes y profesores (Figura 6.7). Es posible que aún haya trabajo por hacer en futuras iteraciones e incluso que se requiera la construcción de una propuesta de valor específica para profesores o grupos concretos de estudiantes. La implementación del modelo daría información adicional para afinar la propuesta. Sin embargo, según la validación, el esfuerzo es en la dirección indicada.

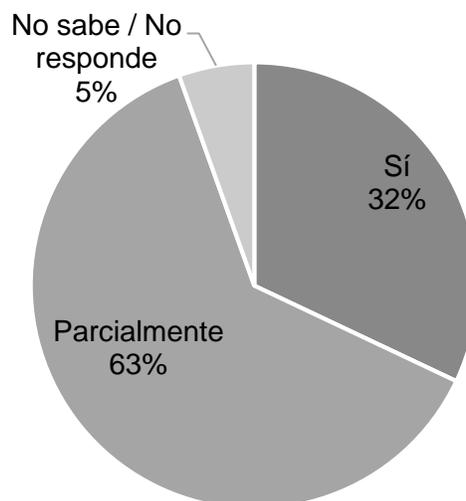


Figura 6.7. Porcentaje de participantes que consideran que el modelo propuesto logra solventar las carencias de formación en innovación y emprendimiento por parte de los estudiantes y profesores

Ocho de cada diez personas consideran que la propuesta mejora la manera en que actualmente se enseña la ingeniería química (Figura 6.8). Esto es natural ya que el modelo presenta un enfoque integral que abarca diversas áreas, particularmente el tópico de las habilidades, y no se centra únicamente en temas relativos a la innovación y el emprendimiento. Las personas que piensan que el modelo no mejora la manera en la que se enseña la carrera son estudiantes de los bloques octavo 4,875%, decimo 4,875% y realizando su TFG 3,25%, para un total de 13%.

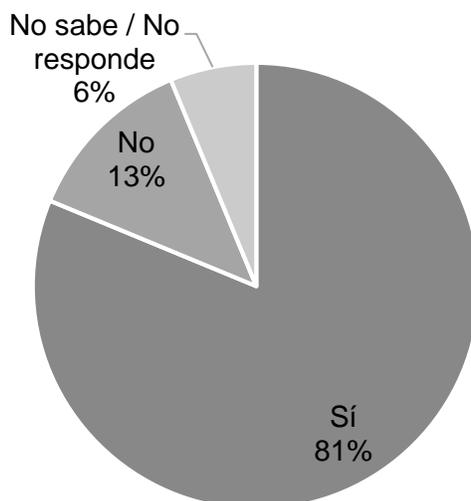


Figura 6.8. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que actualmente se enseña la ingeniería química

El 87% de los participantes piensa que la propuesta mejora la manera en que se innova en la ingeniería química (Figura 6.9). Esto puede ser debido a que plantea medidas específicas relativas a la innovación, tanto a nivel formativo (secciones 5.1, 5.2 y 5.3) como informativo (secciones 5.4 y 5.5). Como es de esperar, la mayoría de los que no saben o no responden pertenecen a la categoría de otros (4,7%) mientras que el resto del 7% (2,3%) corresponde a estudiantes.

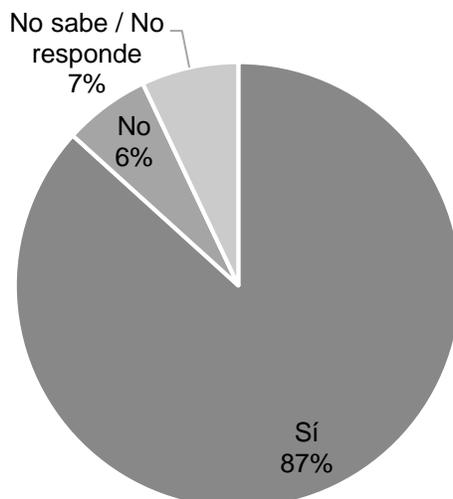


Figura 6.9. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que se innova en la ingeniería química

Similar al caso anterior, el 87% de los participantes piensa que la propuesta mejora la manera en que se emprende en la ingeniería química (Figura 6.10). Lo anterior puede ser consecuencia a que propone aspectos concretos afines al emprendimiento, tanto a nivel formativo (secciones 5.1, 5.2 y 5.3) como informativo (secciones 5.4 y 5.5). Como es de esperar, la mayoría de los que no saben o no responden pertenecen a la categoría de otros (3,9%) mientras que el resto corresponde a estudiantes (2,3%) y profesores (0,8%).

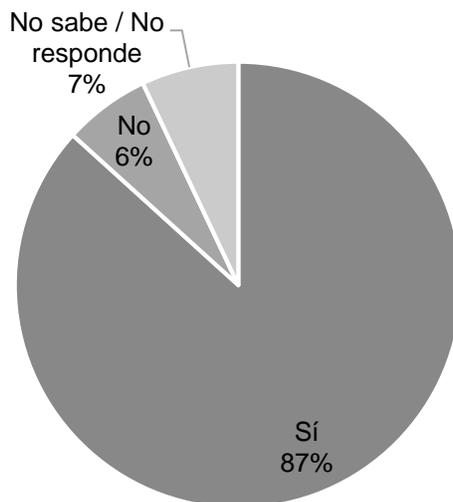


Figura 6.10. Porcentaje de participantes que consideran que la propuesta mejora la manera en que se emprende en la ingeniería química

Al consultarles a los participantes acerca de la utilidad del modelo la mayoría señaló que es bastante útil (47%) o muy útil (34%). Tan solo el 2% de las personas lo

considero poco útil. Por lo tanto, la propuesta en general se percibe de utilidad (Figura 6.11).

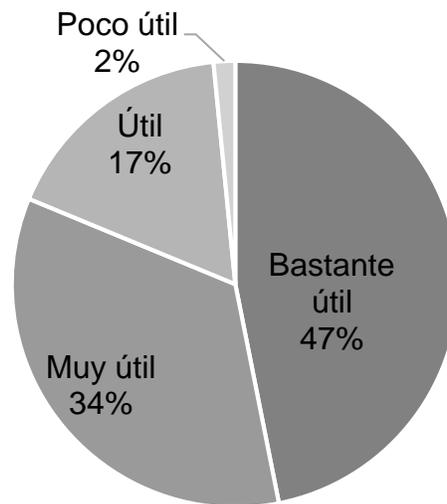


Figura 6.11. Grado de utilidad de la propuesta, según los participantes

Ocho de cada diez participantes encuentran las actividades planteadas adecuadas al nivel de la carrera en la que desenvuelven (Figura 6.12). Muchos de los que no lo ven así es porque están realizando su TFG (5,7%). Esto es natural ya que el modelo solo propone una actividad formativa que los involucra (sección 5.2). El resto del 9% que responde negativamente a esta pregunta corresponde a estudiantes de diversos bloques (3,3%).

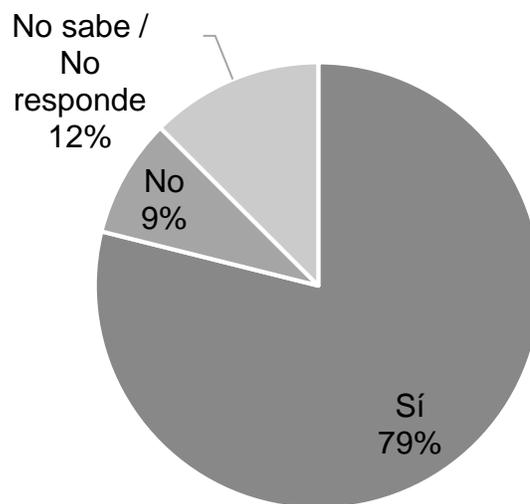


Figura 6.12. Porcentaje de participantes que consideran que las actividades planteadas son adecuadas al nivel de la carrera en la que se encuentra actualmente

La gran mayoría de los participantes (84%) piensa que es posible implementar la propuesta presentada en el EIQ (Figura 6.13). Posiblemente esto se deba a que el modelo no es transgresor, sino que reenfoca procesos que ya se realizan en la actualidad, como los proyectos, la Expo IQ y el trabajo de atributos de acreditación.

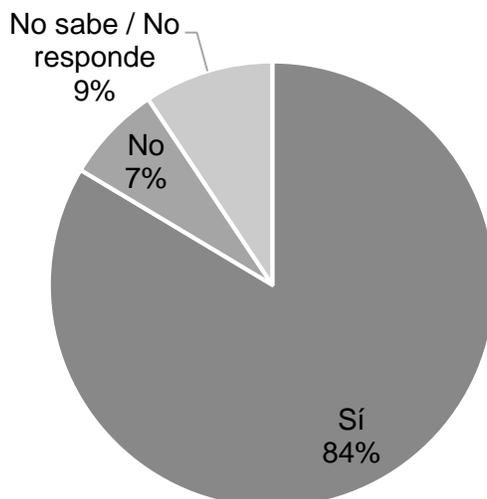


Figura 6.13. Porcentaje de participantes que consideran que es posible implementar la propuesta presentada en la Escuela de Ingeniería Química

Como se aprecia en la Figura 6.14, la mayoría de los participantes implementaría la propuesta por partes (51%) mientras que el 22% lo haría de manera completa. Por lo tanto, si se implementara el modelo habría que hacerlo a cabalidad, pero progresivamente. Es decir, dividido en etapas. Esto permitiría la capacitación gradual del personal y la construcción de una cultura de innovación y emprendedora en la escuela.

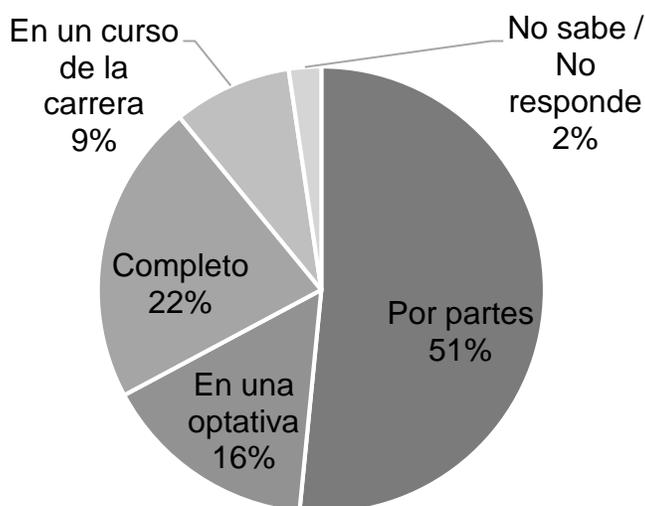


Figura 6.14. Forma en que implementarían los participantes el modelo

6.1. Aspectos adicionales del modelo: lo que gusta y aquello que se podría añadir, quitar o cambiar

Al consultar por aquellos aspectos que a las personas les gusta de la propuesta destacan con mayor frecuencia los aspectos relativos a los proyectos (18%), tanto en su nuevo enfoque como en lo relativo a su presentación en Expo IQ, (secciones 5.1 y 5.2), el trabajo para desarrollar las habilidades blandas (9,3%) (sección 5.3), el darle a los estudiantes las herramientas para emprender (9,4%) (capítulo 0) y la mayor vinculación con la industria (7,8%) (secciones 5.1 y 5.2 y 5.3).

Las personas harían mayores cambios en los cursos (11%), implementar las medidas en más materias, que se den temas específicos de innovación y emprendimiento en estas. Señalan que añadirían esto mismo (11%) y más elementos de emprendimiento (7%). Si bien se señalaron aspectos que quitarían fue con una frecuencia muy baja. Por ejemplo, quitar los videos (2,3%).

6.2. Validación en la Expo IQ

Como se observa en la Figura 6.15, se realizó una última validación del modelo el 12 de julio en la Expo IQ del I Ciclo del 2019. Esto con el fin de poder obtener cualquier comentario adicional y que las personas pudieran interactuar y consultar con una mayor profundidad cualquier elemento del trabajo.



Figura 6.15. Sesión de validación del modelo en la Expo IQ

Gustaron aspectos ya mencionados anteriormente (sección 6.1) y como oportunidad de mejora las personas señalaron que los proyectos en la Expo IQ se podrían agrupar por las diferentes áreas de la carrera y no tanto por las materias donde se desarrollan y que el modelo se puede extender a cursos de extensión de la Facultad y así abarcar profesionales.

7. Conclusiones

7.1. Acerca de la construcción de la propuesta de valor

1. Tanto para los estudiantes como para los profesores está clara la importancia de las habilidades blandas.
2. Para el caso del estudiantado, 95% piensa que la ingeniería química como tal es innovadora y el 98% considera que se puede emprender en ella.
3. El 100% del profesorado considera que la ingeniería química como tal es innovadora y que se puede emprender en ella.
4. Uno de cada cinco estudiantes y tres de cada diez profesores han emprendido alguna vez.
5. Dados los hallazgos encontrados en la construcción de la propuesta de valor, el modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación se debe basar en la metodología de proyectos y el desarrollo de atributos, habilidades y competencias en los estudiantes a través de actividades de aprendizaje.

7.2. Acerca del modelo de desarrollo emprendedor

1. Para que los proyectos sean más innovadores, emprendedores o útiles se deben enmarcar en lo que son las fronteras de la ingeniería química, en las oportunidades de alto valor o bien en la resolución de los retos de la industria o sociedad.
2. La Expo IQ puede convertirse en un espacio para la proyección de la Escuela de Ingeniería Química y vinculación con la industria.
3. Los atributos de acreditación se pueden asociar directamente con las competencias de emprendimiento.
4. El apoyo de los involucrados, profesores y estudiantes, es fundamental para la implementación exitosa del modelo.
5. Al aplicar este tipo de procesos se debe tomar en cuenta otros actores sociales que puedan colaborar y apoyar en dicho cambio.

7.3. Acerca de la validación

1. El 48% de los participantes en la validación cree que la propuesta es buena y el 40% piensa que es excelente.
2. El 63% de las personas considera que la propuesta logra solventar parcialmente las carencias de formación en innovación y emprendimiento.
3. Al menos ocho de cada diez participantes en la validación piensan que el modelo mejora la manera en la que se enseña, innova y se emprende en la ingeniería química.
4. El 84% de las personas considera que la propuesta se puede implementar en la Escuela de Ingeniería Química.
5. El modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación se debe implementar por partes.

8. Recomendaciones

8.1. Para futuros trabajos en la materia

1. Realizar las encuestas y entrevistas al inicio de los ciclos lectivos.
2. Este tipo de estudios se deberían hacer con una combinación de encuestas y entrevistas ya que permite obtener más información, de mayor validez estadística, de una manera más rápida.
3. Sistematizar los aprendizajes de este tipo de procesos en lienzos de propuesta de valor para poder hacer una visualización rápida de los aspectos clave de la investigación.
4. Apoyarse en software de minería de datos para el análisis de la información dado el gran volumen de información gestionado en esta clase de proyectos.
5. Programar, en un lenguaje de programación como Python o R, un código que permita la generación rápida y automatizada de los gráficos de interés.

8.2. Para la Escuela de Ingeniería Química

1. Diseñar actividades de aprendizaje que vinculen lo visto en clase con la realidad.
2. Implementar el modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación en la Escuela de Ingeniería Química.
3. Realizar este tipo de estudios regularmente para detectar oportunidades de mejora en la carrera.
4. Acoger los hallazgos y elementos del estudio como insumos de trabajo en las diversas comisiones existentes en la Escuela de Ingeniería Química.
5. Si la propuesta se quisiera implementar, el punto de partida es la comunicación de los resultados a los diversos actores involucrados, el desarrollo de los componentes del estudio en las diversas instancias existentes en la Escuela (dirección, asamblea, comisiones, etc) y finalmente la inclusión de elementos de la propuesta en el siguiente ciclo lectivo.

8.3. Para la Universidad de Costa Rica

1. Fomentar y fortalecer el contacto de la academia, la industria y sociedad con el fin de que la primera responda a las necesidades de las demás.
2. Implementar programas de desarrollo de habilidades blandas enfocados a los estudiantes del área, apoyado por instancias universitarias.
3. Coordinar con PROINNOVA y AUGE la capacitación del profesorado en los temas de innovación y emprendimiento.
4. Adaptar la propuesta a las diversas carreras del área de ingeniería para desarrollar las capacidades de innovación y emprendimiento en toda la Facultad.
5. Buscar mecanismos de trabajo interdisciplinario entre las diferentes carreras de la universidad los cuales permitan el desarrollo de la innovación y el emprendimiento.

9. Bibliografía

- Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento. (13 de Mayo de 2019). *¿Quiénes somos?* Obtenido de Agencia Universitaria para la Gestión del Emprendimiento: <http://www.augeucr.com/es/quienessomos>
- AIChE. (s.f.). *What do Chemical Engineers Do?* Obtenido de <https://www.aiche.org/community/students/career-resources-k-12-students-parents/what-do-chemical-engineers-do>
- Álvarez, O. (2016). *Desarrollo e innovación en la industria química*. Obtenido de Universidad de los Andes: <https://uniandes.edu.co/noticias/ingeniera/desarrollo-e-innovacion-en-la-industria-quimica>
- American Institute of Chemical Engineers. (2016). *AIChE Constitution*. New York.
- American Institute of Chemical Engineers. (s.f.). *What do Chemical Engineers Do?* Obtenido de <https://www.aiche.org/community/students/career-resources-k-12-students-parents/what-do-chemical-engineers-do>
- Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., & Van den Brande, G. (2016). *EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*. Luxembourg, European Union.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). *Science, Technology, and Innovation in Latin America and the Caribbean*. Estados Unidos de Norte América.
- Blanco Picado, P. (24 de 8 de 2016). *"Soy una persona cien por ciento producto de la educación pública"*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/08/24/soy-una-persona-cien-por-ciento-producto-de-la-educacion-publica.html>
- Cámara de Industrias de Costa Rica. (30 de Mayo de 2019). *Programa VI Congreso de Innovación*. Obtenido de Cámara de Industrias de Costa Rica: http://35.173.92.28/wp-content/uploads/2015/12/Congreso_Agenda.pdf
- Canadian Engineering Accreditation Board. (Noviembre de 2018). *2018 Accreditation Criteria and Procedures*. Canada.
- Centro de Evaluación Académica. (2016). *Atributos de egreso e indicadores para su evaluación*. Costa Rica.
- Centro Interuniversitario de Desarrollo. (2015). *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades*. Santiago: RIL editores.
- Cinque, M. (2016). "Lost in translation". *Soft skills development in European countries*. *Tuning Journal for Higher Education*, 389-427.
- Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines. (7 de julio de 2019). *Sobre el CIQPA*. Obtenido de Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines: <https://www.ciqpacr.com/sobre-el-ciqpa/>
- Comisión Europea. (2014). *HORIZON 2020 en breve*. Luxemburgo, Unión Europea.
- Consejo Nacional de Rectores. (2016). *Radiografía Laboral II: Ingeniería Química*. Obtenido de Radiografía Laboral: <http://radiografia.conare.ac.cr/que-puedo-estudiar/ingenieria/ingenieria-quimica/>
- Curto, M. (2012). *Los emprendedores sociales: innovación al servicio del cambio social*. Navarra.
- Dittel, D. (Junio de 2019). *¿Qué es ProtoLab-UCR?* (M. Lu, Entrevistador)

- Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. (2016). *Marcos Referenciales: socio-profesional, epistemológico y pedagógico*. San José.
- Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica. (8 de junio de 2019). *Acreditación de la carrera*. Obtenido de Escuela de Ingeniería Química: <http://eiq.ucr.ac.cr/acerca-de/acreditacion-de-la-carrera/>
- Escuela de Organización Industrial. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos técnicas e implementación*. Madrid.
- Florida Ice and Farm Company. (14 de febrero de 2019). *Fifco plantea eliminar el plástico como se conoce hoy*. Obtenido de FIFCO News: <https://boletincorporativo.fifco.com/visible/detail/481>
- Fundación de la Innovación Bankinter. (2010). *El arte de innovar y emprender: Cuando las ideas se convierten en riqueza*.
- Global Entrepreneurship Monitor. (2014). *Economy Profile - Costa Rica*. Obtenido de GEM Global Entrepreneurship Monitor: <https://www.gemconsortium.org/economy-profiles/costa-rica>
- Gray, D., Sunni, B., & Macanuso, J. (2010). *Gamestorming*. O'Reilly.
- Herrera, J., D'Armas, M., & Arzola, M. (2012). Análisis de los Diferentes Métodos de Mejora Continua. *Jornadas de Investigación*, 193-204.
- Iizuka, M., & Hollanders, H. (Febrero de 2017). *Indicadores de innovación*. Obtenido de Consorcio de Investigación Económica y Social: http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/actividades/presentacion_michiko_iizuka.pdf
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (7 de Julio de 2019). *Preguntas Frecuentes*. Obtenido de Instituto Nacional de Aprendizaje: <http://www.ina.ac.cr/faq/>
- Martínez Villalobos, M. (2018 de Agosto de 2018). *Industria 4.0: la era de la ciberfísica*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/08/13/industria-4-0-la-era-de-la-ciberfisica.html>
- Massachusetts Institute of Technology. (s.f.). *About - MIT Chemical Engineering*. Obtenido de MIT Chemical Engineering - Department of Chemical Engineering at MIT: <https://cheme.mit.edu/about/>
- Mayorga López, G. (6 de Abril de 2018). *Protolab: un espacio comunitario y desenfadado para encontrarse con el conocimiento*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/04/06/protolab-un-espacio-comunitario-y-desenfadado-para-encontrarse-con-el-conocimiento.html>
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2012). *Reglamento al Título I de la Ley Orgánica del Colegio de Ingenieros Químicos y Profesionales Afines de Costa Rica y Ley Orgánica del Colegio de Químicos de Costa Rica, Ley N° 8412*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=67112
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (Febrero de 2015). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021. San José, San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. (2 de 10 de 2019). *Incubadoras/Aceleradoras*. Obtenido de Portal de Innovación de Costa Rica:

- <https://www.innovacion.cr/directorio/incubadorasaceleradoras>
MIT. (s.f.). *Chemical Engineering*. Obtenido de <https://cheme.mit.edu>
- Mora Rojas, J. (20 de Marzo de 2018). *PITs 2017: 3 proyectos innovadores de la UCR encarrilados al éxito*. Obtenido de Semanario Universidad: <https://semanariouniversidad.com/suplementos/pits-2017-3-proyectos-innovadores-de-la-ucr-encarrilados-al-exito/>
- Núñez Chacón, M. (23 de Abril de 2019). *Innovaap-UCR una incubadora de soluciones al servicio del país*. Obtenido de Semanario Universidad: <https://semanariouniversidad.com/universitarias/innovaap-ucr-una-incubadora-de-soluciones-al-servicio-del-pais/>
- Núñez Corrales, S., & Jiménez Silva, L. A. (2018). *Oportunidades globales hacia emprendimiento de alto valor en Costa Rica: Fronteras, tecnología, referentes y estrategia*. San José.
- Orgaz, C. J. (15 de mayo de 2019). *¿Qué es el Corredor Seco y por qué está ligado a la pobreza extrema en casi toda Centroamérica?* Obtenido de BBC Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-48186820>
- Osterwalder, A. (2015). *Diseñando la propuesta de valor: Cómo crear los productos y servicios que tus clientes están esperando*. Deusto.
- Overby, S. (2019 de Abril de 2019). *How to explain design thinking in plain english*. Obtenido de Massachusetts Institute of Technology: https://professional.mit.edu/news/news-listing/how-explain-design-thinking-plain-english?utm_source=pe-twitter&utm_medium=social&utm_campaign=sp-midt-2019
- Penzo, W. (Abril de 2010). *Guía para la elaboración de las actividades de aprendizaje*. Barcelona, España.
- Programa de Liderazgo con Desarrollo Humano. (13 de mayo de 2019). *Acerca*. Obtenido de Programa de Liderazgo UCR: <https://www.facebook.com/pg/Programa-de-Liderazgo-UCR-127453327425491/about/>
- Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. (15 de mayo de 2019). *PROCOMER: Reto Blueprint*. Obtenido de PROCOMER: <http://theblueprintprocomer.com/>
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica. (7 de Julio de 2019). *Contáctenos*. Obtenido de Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica: <https://www.procomer.com/es/contacto-principal>
- QS Quacquarelli Symonds Limited. (21 de febrero de 2019). *QS | University and MBA Rankings*. Obtenido de QS | A Global Leading Higher Education Marketing Company: <https://www.qs.com/rankings/>
- Real Academia Española. (15 de Abril de 2019). *Definición de Innovación*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/?id=Lgx0cfV>
- Real Academia Española. (10 de julio de 2019). *Definición de trabajo*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/?id=ZC79NI2>
- Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior. (8 de junio de 2019). *Preguntas Frecuentes*. Obtenido de Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior: <https://www.sinaes.ac.cr/index.php/preguntas-frecuentes>
- TED. (2013). *Manual del Orador*.

- The Global Entrepreneurship and Development Institute. (2018). *Global Entrepreneurship Index*. Obtenido de The Global Entrepreneurship and Development Institute: https://thegedi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2017/11/GEI-2018-1.pdf
- Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación. (13 de mayo de 2019). *Servicios*. Obtenido de Proinnova: <http://www.proinnova.ucr.ac.cr/es/servicios/>
- Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación. (5 de mayo de 2019). *Sobre Proinnova*. Obtenido de Proinnova: <http://www.proinnova.ucr.ac.cr/es/sobre-proinnova/>
- Universidad de Costa Rica. (Julio de 2018). *Ficha Profesiográfica de Ingeniería Química*. Obtenido de Oficina de Orientación | Fichas Profesiográficas: <http://orientacion.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2018/07/IngenieriaQuimica.pdf>
- University of Washington. (21 de Abril de 2019). *Chemical Engineering's Entrepreneurial Spirit*. Obtenido de University of Washington: https://www.cheme.washington.edu/facresearch/researchimpacts/ChemE_Entrepreneurs.html

10. Apéndices

Apéndice 1. Cuestionario dirigido a estudiantes

A. Presentación			
Buenos días/Buenas tardes/Buenas noches			
<p>Mi nombre es Mark Stephen Lu Meléndez y soy estudiante de Ingeniería Química. Actualmente me encuentro realizando mi proyecto de graduación de título “Diseño de un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica”.</p> <p>En el marco de este, debo realizar una serie de entrevistas a estudiantes y profesores con el fin de entender cuál es la situación actual de la carrera con respecto a la innovación y el emprendimiento. A partir de la información que logre recabar por este medio, desarrollare un modelo que permita desarrollar estas habilidades en los estudiantes de la Escuela.</p> <p>La entrevista es voluntaria. Es importante que usted sea lo más sincero que pueda, ya que me permitirá crear una propuesta acorde a las necesidades de las partes implicadas. Las respuestas que usted me proporcione son confidenciales, serán codificadas y presentadas como un todo. Si alguna pregunta no la quisiera contestar me lo puede informar y pasamos a la siguiente.</p> <p>No saber es una respuesta valida y si necesitara que le explicara alguna de las preguntas me lo puede indicar.</p>			
1. Información acerca de la formación en Ingeniería Química (Modulo propio de cada carrera)			
1.1. ¿Qué piensa de la manera en que se está enseñando actualmente la carrera de Ingeniería Química, en la Sede Central de la Universidad de Costa Rica?			
1.1.1. ¿Qué le gusta?		1.1.2. ¿Qué le cambiaría?	
1.2. ¿Cuáles de las siguientes áreas/cursos/temas domina o considera que podría desempeñar actualmente?			
Balances de masa y energía		Transferencia de masa: Operaciones de separación por métodos difusionales	
Termodinámica		Evaluación de proyectos	
Modelado matemático y computacional de procesos		Procesos y operaciones integradas	
Simulación de procesos		Diseño de procesos y plantas químicas	
Metrología		Administración industrial	
Diseño experimental		Producción de energía eléctrica y química	
Electrotecnia (sistemas de potencia)		Bioprocesos industriales	
Electrónica, microelectrónica y miniaturización		Control de calidad	
Ciencia e ingeniería de materiales		Ingeniería de alimentos	
Operaciones de transferencia de fluidos y calor		Ingeniería ambiental y desarrollo sostenible	
Investigación de operaciones:		Ingeniería biomédica	

Planeamiento de la producción			
Catálisis, cinética y diseño de reactores químicos		Biotecnología	
Transferencia de masa: Operaciones de separación de fases		Manufactura de productos de consumo masivo	
Investigación de operaciones: Control de la producción		Nanotecnología	
Control automático, automatización e instrumentación de procesos			
1.3. ¿Existe algún área afín a la ingeniería química de la cual le gustaría saber más y que no es parte de la oferta académica actual?		() Si () No (pase a la 1.4)	
1.3.1. ¿Cuál sería esa área y por qué le interesa?			
1.4. ¿Considera usted que la formación actual en la carrera le está dando las herramientas necesarias para enfrentarse a la realidad laboral?		() Si () Algunas sí, algunas no. () No (pase a la 1.4.2)	
1.4.1. ¿Cuáles sí?		1.4.2. ¿Cuáles no?	
1.5. ¿La formación actual en la carrera está desarrollando las habilidades blandas en el estudiantado?		() Si () No (pase a la 1.5.2)	
1.5.1. ¿De qué manera lo hace?		1.5.2. ¿De qué forma se podría hacer?	
1.6.1. ¿Considera que son importantes para su formación?		() Si () No	
2. Información acerca de la formación en Innovación			
<i>La innovación por un lado es relativa a la creación de nuevas formas de hacer las cosas. Es decir, novedosas tecnologías, modelos de negocio, estrategias de mercadeo, etc. Cabe destacar que no necesariamente es de carácter disruptivo. Por otro lado, la innovación también tiene una naturaleza económica intrínseca por lo que, para que algo sea innovador, debe generar un impacto en el mercado.</i>			
2.1. ¿El campo de la ingeniería química es innovador?		() Si () No	
2.1.1. ¿Por qué?			
2.2. ¿Se está fomentando la innovación por parte de la Escuela de Ingeniería Química de la UCR?		() Si () No (pase a la pregunta 2.2.2)	
2.2.1. ¿De qué manera lo hace?		2.2.2. ¿De qué forma se podría hacer?	
2.3. ¿Se considera usted una persona innovadora?		() Si () No	
2.3.1. ¿Por qué?			
3. Información acerca de la formación en Emprendimiento			
<i>Emprender es el proceso visionario de convertir una idea novedosa en una innovación exitosa, para lo cual es indispensable la gestión del riesgo y el uso de habilidades, como la creatividad, y de valores, como la persistencia. No necesariamente está asociado al inicio de un negocio ni todo comercio o industria es indispensablemente un emprendimiento.</i>			
3.1. ¿Se puede emprender en el campo de la ingeniería química?		() Si () No	

3.1.1. ¿Por qué?			
3.2. ¿Se está fomentando el emprendimiento por parte de la Escuela de Ingeniería Química?			() Si () No (pase a la 3.2.2)
3.2.1. ¿De qué manera lo hace?		3.2.2. ¿De qué forma lo podría hacer?	
3.3. ¿Considera usted que la formación actual en la carrera le está dando las habilidades necesarias para emprender?			() Si () No
3.3.1. ¿Por qué?			
3.4. El Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea define una serie de áreas y competencias que se requieren para emprender. A continuación, se las voy a mencionar y usted me dirá si considera que las ha desarrollado en la carrera o no.			
Área	Competencia	Si	No
3.4.1. Ideas y oportunidades	3.4.1.1. Detección de oportunidades		
	3.4.1.2. Creatividad		
	3.4.1.3. Visión		
	3.4.1.4. Valoración de ideas		
	3.4.1.5. Pensamiento ético y sustentable		
3.4.2. Recursos	3.4.2.1. Autoconocimiento y autoeficacia		
	3.4.2.2. Motivación y perseverancia		
	3.4.2.3. Movilización de recursos		
	3.4.2.4. Educación financiera y económica		
	3.4.2.5. Movilización de otros		
3.4.3. En acción	3.4.3.1. Tomar la iniciativa		
	3.4.3.2. Planificación y gestión		
	3.4.3.3. Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo		
	3.4.3.4. Trabajar con otros		
	3.4.3.5. Aprender a través de la experiencia		
3.5. ¿Usted ha emprendido?			() Si () No (pase a la 4.3)
3.6. ¿Cómo fue la experiencia?			
3.7 ¿Qué conocimientos podría aprender durante la carrera que le facilitarían emprender?			
3.8. ¿En qué tipo de actividades usted desarrollo/desarrollaría las capacidades de innovación y emprendimiento? (Señale las tres más relevantes)			
3.8.1. Actividades académicas	3.8.2. Actividades extracurriculares	3.8.3. Actividades laborales	3.8.4. Otras actividades

<input type="checkbox"/> Exposiciones / Presentaciones / Expo IQ <input type="checkbox"/> Giras / Visitas industriales <input type="checkbox"/> Lecturas / Ensayos <input type="checkbox"/> Prácticas / Trabajo en clase / Prácticas de laboratorio / Reportes / Informes <input type="checkbox"/> Quices / Exámenes cortos / Exámenes <input type="checkbox"/> Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos / Proyectos de final de curso <input type="checkbox"/> Trabajo final de graduación (TFG)	<input type="checkbox"/> Charlas / Conversatorios / Debate / Mesa redonda <input type="checkbox"/> Congresos / Seminarios / Simposios / Convenciones <input type="checkbox"/> Cursos libres <input type="checkbox"/> Grupos religiosos, deportivos o culturales <input type="checkbox"/> Talleres / Campamentos <input type="checkbox"/> MOOC / Webinars <input type="checkbox"/> TCU	<input type="checkbox"/> Capacitaciones <input type="checkbox"/> Ejercicio profesional <input type="checkbox"/> Emprendimientos <input type="checkbox"/> Pasantías <input type="checkbox"/> Práctica profesional <input type="checkbox"/> Proyectos	
3.9. ¿Qué tipo de materiales le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento? (Señale los tres más relevantes)			
3.9.1. Recursos audiovisuales	3.9.2. Recursos digitales	3.9.3. Recursos de prototipado	3.9.4. Otros
<input type="checkbox"/> Audios <input type="checkbox"/> Documentales <input type="checkbox"/> Películas <input type="checkbox"/> Podcast <input type="checkbox"/> Videos	<input type="checkbox"/> Bases de datos <input type="checkbox"/> Libros digitales <input type="checkbox"/> Páginas web <input type="checkbox"/> Papers / Artículos científicos / Normativa <input type="checkbox"/> Presentaciones (ppt, PDF) <input type="checkbox"/> Plantillas de Word, Excel <input type="checkbox"/> Software especializado	<input type="checkbox"/> Fablabs <input type="checkbox"/> Laboratorios / Equipos de laboratorio <input type="checkbox"/> Laboratorios de computo <input type="checkbox"/> Impresoras 3D / Cortadoras laser <input type="checkbox"/> Talleres	
4. Información general			
4.1. Edad		4.2. Género	<input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino
4.3. ¿De qué bloque de la carrera son la mayoría de las materias que está cursando?		<input type="checkbox"/> Sexto (bloque Mediciones) <input type="checkbox"/> Séptimo (bloque Fluidos) <input type="checkbox"/> Octavo (bloque Masa 1) <input type="checkbox"/> Noveno (bloque Masa 2) <input type="checkbox"/> Decimo (bloque Diseño) <input type="checkbox"/> Egresado	

Apéndice 2. Cuestionario dirigido a profesores

A. Presentación			
Buenos días/Buenas tardes/Buenas noches			
<p>Mi nombre es Mark Stephen Lu Meléndez y soy estudiante de Ingeniería Química. Actualmente me encuentro realizando mi proyecto de graduación de título “Diseño de un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica”.</p> <p>En el marco de este, debo realizar una serie de entrevistas a estudiantes y profesores con el fin de entender cuál es la situación actual de la carrera con respecto a la innovación y el emprendimiento. A partir de la información que logre recabar por este medio, desarrollare un modelo que permita desarrollar estas habilidades en los estudiantes de la Escuela.</p> <p>La entrevista es voluntaria. Es importante que usted sea lo más sincero que pueda, ya que me permitirá crear una propuesta acorde a las necesidades de las partes implicadas. Las respuestas que usted me proporcione son confidenciales, serán codificadas y presentadas como un todo. Si alguna pregunta no la quisiera contestar me lo puede informar y pasamos a la siguiente.</p> <p>No saber es una respuesta valida y si necesitara que le explicara alguna pregunta me lo puede indicar.</p>			
1. Información acerca de la formación en Ingeniería Química (Modulo propio de cada carrera)			
1.1. ¿Qué piensa de la manera en que se está enseñando actualmente la carrera de Ingeniería Química, en la Sede Central de la Universidad de Costa Rica?			
1.1.1. ¿Qué le gusta?		1.1.2. ¿Qué le cambiaría?	
1.2. ¿Cuáles de las siguientes áreas/cursos/temas corresponden a sus áreas de trabajo o experticia?			
Balances de masa y energía		Transferencia de masa: Operaciones de separación por métodos difusionales	
Termodinámica		Evaluación de proyectos	
Modelado matemático y computacional de procesos		Procesos y operaciones integradas	
Simulación de procesos		Diseño de procesos y plantas químicas	
Metrología		Administración industrial	
Diseño experimental		Producción de energía eléctrica y química	
Electrotecnia (sistemas de potencia)		Bioprocesos industriales	
Electrónica, microelectrónica y miniaturización		Control de calidad	
Ciencia e ingeniería de materiales		Ingeniería de alimentos	
Operaciones de transferencia de fluidos y calor		Ingeniería ambiental y desarrollo sostenible	
Investigación de operaciones: Planeamiento de la producción		Ingeniería biomédica	
Catálisis, cinética y diseño de reactores		Biotecnología	

químicos			
Transferencia de masa: Operaciones de separación de fases		Manufactura de productos de consumo masivo	
Investigación de operaciones: Control de la producción		Nanotecnología	
Control automático, automatización e instrumentación de procesos			
1.3. ¿Existe algún área afín a la ingeniería química que le parece importante y que no es parte de la oferta académica actual?		() Si () No (pase a la 1.4)	
1.3.1. ¿Cuál sería esa área y por qué le parece importante?			
1.4. ¿Considera usted que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentarse a la realidad laboral?		() Si () Algunas sí, algunas no. () No (pase a la 1.4.2)	
1.4.1. ¿Cuáles sí?		1.4.2. ¿Cuáles no?	
1.5. ¿La formación actual en la carrera está desarrollando las habilidades blandas en el estudiantado?		() Si () No (pase a la 1.5.2)	
1.5.1. ¿De qué manera lo hace?		1.5.2. ¿De qué forma se podría hacer?	
1.6.1. ¿Considera que son importantes para su formación?		() Si () No	
2. Información acerca de la formación en Innovación			
<i>La innovación por un lado es relativa a la creación de nuevas formas de hacer las cosas. Es decir, novedosas tecnologías, modelos de negocio, estrategias de mercadeo, etc. Cabe destacar que no necesariamente es de carácter disruptivo. Por otro lado, la innovación también tiene una naturaleza económica intrínseca por lo que, para que algo sea innovador, debe generar un impacto en el mercado.</i>			
2.1. ¿El campo de la ingeniería química es innovador?		() Si () No	
2.1.1. ¿Por qué?			
2.2. ¿Se está fomentando la innovación por parte de la Escuela de Ingeniería Química de la UCR?		() Si () No (pase a la pregunta 2.2.2)	
2.2.1. ¿De qué manera lo hace?		2.2.2. ¿De qué forma se podría hacer?	
2.3. ¿Se considera usted una persona innovadora?		() Si () No	
2.3.1. ¿Por qué?			
3. Información acerca de la formación en Emprendimiento			
<i>Emprender es el proceso visionario de convertir una idea novedosa en una innovación exitosa, para lo cual es indispensable la gestión del riesgo y el uso de habilidades, como la creatividad, y de valores, como la persistencia. No necesariamente está asociado al inicio de un negocio ni todo comercio o industria es indispensablemente un emprendimiento.</i>			
3.1. ¿Se puede emprender en el campo de la ingeniería química?		() Si () No	
3.1.1. ¿Por qué?			
3.2. ¿Se está fomentando el emprendimiento por parte de la Escuela de Ingeniería Química?		() Si () No (pase a la	

			3.2.2)
3.2.1. ¿De qué manera lo hace?		3.2.2. ¿De qué forma lo podría hacer?	
3.3. ¿Considera usted que la formación actual en la carrera le está dando a los estudiantes las habilidades necesarias para emprender?			()Si ()No
3.3.1. ¿Por qué?			
3.4. El Marco de Competencias de Emprendimiento de la Comisión Europea define una serie de áreas y competencias que se requieren para emprender. A continuación, se las voy a mencionar y usted me dirá si considera que los estudiantes la desarrollan en el transcurso de la carrera o no.			
Área	Competencia	Si	No
3.4.1. Ideas y oportunidades	3.4.1.1. Detección de oportunidades		
	3.4.1.2. Creatividad		
	3.4.1.3. Visión		
	3.4.1.4. Valoración de ideas		
	3.4.1.5. Pensamiento ético y sustentable		
3.4.2. Recursos	3.4.2.1. Autoconocimiento y autoeficacia		
	3.4.2.2. Motivación y perseverancia		
	3.4.2.3. Movilización de recursos		
	3.4.2.4. Educación financiera y económica		
	3.4.2.5. Movilización de otros		
3.4.3. En acción	3.4.3.1. Tomar la iniciativa		
	3.4.3.2. Planificación y gestión		
	3.4.3.3. Hacer frente a la incertidumbre, la ambigüedad y el riesgo		
	3.4.3.4. Trabajar con otros		
	3.4.3.5. Aprender a través de la experiencia		
3.5. ¿Usted ha emprendido?			()Si ()No (pase a la 3.6)
3.6. ¿Cómo fue la experiencia?			
3.7 ¿Qué conocimientos se podrían enseñar durante la carrera que le facilitaría emprender a los estudiantes?			
3.8. ¿En qué tipo de actividades usted desarrolla/desarrollaría las capacidades de innovación y emprendimiento en los estudiantes? (Señale las tres más relevantes)			
3.8.1. Actividades académicas	3.8.2. Actividades extracurriculares	3.8.3. Actividades laborales	3.8.4. Otras actividades
()Exposiciones / Presentaciones / Expo IQ ()Giras / Visitas	()Charlas / Conversatorios / Debate / Mesa redonda	()Capacitaciones ()Ejercicio profesional ()Emprendimientos ()Pasantías	

industriales () Lecturas / Ensayos () Prácticas / Trabajo en clase / Prácticas de laboratorio / Reportes / Informes () Quices / Exámenes cortos / Exámenes () Tareas / Asignaciones especiales / Trabajos de investigación / Mini proyectos / Proyectos de final de curso () Trabajo final de graduación (TFG)	() Congresos / Seminarios / Simposios / Convenciones () Cursos libres () Grupos religiosos, deportivos o culturales () Talleres / Campamentos () MOOC / Webinars () TCU	() Práctica profesional () Proyectos	
3.9. ¿Qué tipo de materiales le gustaría tener a su disposición para poder trabajar los temas de la innovación y el emprendimiento? (Señale los tres más relevantes)			
3.9.1. Recursos audiovisuales	3.9.2. Recursos digitales	3.9.3. Recursos de prototipado	3.9.4. Otros
() Audios () Documentales () Películas () Podcast () Videos	() Bases de datos () Libros digitales () Páginas web () Papers / Artículos científicos / Normativa () Presentaciones (ppt, PDF) () Plantillas de Word, Excel () Software especializado	() Fablabs () Laboratorios / Equipos de laboratorio () Laboratorios de computo () Impresoras 3D / Cortadoras laser () Talleres	
4. Información general			
4.1. Edad		4.2. Género	() Femenino () Masculino
4.3. ¿Brevemente, cuál es su formación académica?			
4.4. ¿Brevemente, cuál es su experiencia laboral?			

Apéndice 3. Cuestionario de validación

A. Presentación	
Buenos días/Buenas tardes/Buenas noches	
<p>Mi nombre es Mark Stephen Lu Meléndez y soy estudiante de Ingeniería Química. Me encuentro validando mi proyecto de graduación “Diseño de un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica”.</p> <p>Requiero ajustar la propuesta planteada para lo cual le presentaré a continuación la descripción del modelo. Esto con el fin de obtener retroalimentación. Este proceso es voluntario. Es importante que usted sea lo más sincero que pueda. Las respuestas que usted me proporcione son confidenciales, serán codificadas y presentadas como un todo. Si alguna pregunta no la quisiera contestar puede pasar a la siguiente.</p>	
B. Descripción del modelo	
<p>Se está dando una transición en la industria costarricense hacia aplicaciones de alta tecnología y mayor valor agregado. Los altos costos operativos del país hacen que los profesionales deban innovar continuamente para mantener competitivas sus organizaciones. Esto impacta al 87% de los egresados en ingeniería química que trabajan en el sector privado, así como al 7% que decide emprender. Como campo de estudio es esencial adaptarnos a esto para no quedarnos atrás.</p> <p>He encontrado validando que estudiantes y profesores consideran que la carrera es innovadora y emprendedora. Además, destacan la importancia del desarrollo de las habilidades blandas. Iniciativas como la Expo IQ y la acreditación han aportado en estas áreas, pero ambos grupos coinciden en que aún hay trabajo por hacer desde la academia. Por esto propongo un modelo de desarrollo emprendedor y de la innovación para la Escuela de Ingeniería Química.</p> <p>Esto les aportara valor a todos los involucrados. Si usted desea innovar, va a poder publicar y proyectarse como investigador. Si lo que lo llama es el emprendimiento, va a empezar desde la universidad, en un proceso guiado que le permitirá acceder a capital semilla con el que financiar sus ideas. Y si no le interesa lo anterior, va a salir mejor preparado, con un mejor desarrollo de sus habilidades, con más herramientas, e incluso pudiendo interactuar con posibles empleadores.</p> <p>Esto se consigue a través de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Un replanteamiento de los proyectos de los cursos de laboratorio, enfocándolos en temas de alto impacto en la ingeniería química costarricense, trabajando en áreas punteras, en aplicaciones reales y relevantes para la industria y sociedad. Los resultados finales obtenidos podrán publicarse o concursar por capital semilla en programas como PITs. 2. Una ampliación de la Expo IQ en la que los estudiantes, estudiantes realizando Trabajo Final de Graduación y profesores muestren los resultados de sus trabajos y donde empresas e instituciones ofrezcan oportunidades de pasantías, prácticas profesionales y de proyectos de graduación. 3. Un enfoque claro en el desarrollo de competencias y atributos en los estudiantes a través de trabajos y exposiciones que le permita al estudiantado desarrollar sus habilidades y aplicar su conocimiento a situaciones reales, más allá de las presentadas por un libro. 4. Una biblioteca de videos y bases de datos relativos a la innovación, el emprendimiento y las tendencias actuales de la carrera para la consulta de estudiantes y profesores. 5. Un mapeo de los diversos actores que tiene la Universidad de Costa Rica y la sociedad para apoyar este tipo de procesos. <p>Esto se aplicará en los diversos cursos de la carrera y con un enfoque progresivo que les permita a los estudiantes desarrollar sus habilidades conforme avanzan en la carrera.</p> <p>Soy Mark Lu, egresado de la carrera de ingeniería química y por más de 7 años he trabajado en el desarrollo de habilidades blandas y de competencias de innovación y emprendimiento en estudiantes universitarios. Necesito de su colaboración para validar esta propuesta porque si no somos nosotros ¿Entonces quién?, si no es ahora ¿Entonces cuando?</p>	
C. Cuestionario de validación	
1. ¿Usted ha valorado emprender?	() Sí

	<input type="checkbox"/> Actualmente lo estoy haciendo. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
2. ¿Qué calificación le asignaría a la propuesta?	<input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Deficiente <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
3. ¿Qué le gusta?	4. ¿Qué le cambiaría?
5. ¿La propuesta cuenta con los elementos necesarios para desarrollar las capacidades de innovación y emprendimiento en el estudiantado?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Algunos si, algunos no. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
6. ¿Qué le añadiría?	7. ¿Qué le quitaría?
8. ¿El modelo propuesto responde a la realidad del estudiantado?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
9. ¿El modelo propuesto logra solventar las carencias de formación en innovación y emprendimiento por parte de los estudiantes y profesores?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
10. ¿La propuesta mejora la manera en que actualmente se enseña la ingeniería química?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
11. ¿La propuesta mejora la manera en que se innova en la ingeniería química?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
12. ¿La propuesta mejora la manera en que se emprende en la ingeniería química?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
13. ¿La propuesta le parece útil?	<input type="checkbox"/> Bastante útil <input type="checkbox"/> Muy útil <input type="checkbox"/> Útil <input type="checkbox"/> Poco útil <input type="checkbox"/> Nada útil <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
14. ¿Las actividades planteadas son adecuadas al nivel de la carrera en la que usted se encuentra actualmente?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
15. Para usted ¿Es posible implementar la propuesta presentada en la Escuela de Ingeniería Química?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
16. Si el modelo se quisiera implementar ¿Usted cómo lo haría?	<input type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Por partes <input type="checkbox"/> En un curso de la carrera <input type="checkbox"/> En una optativa <input type="checkbox"/> No sabe / No responde
17. Edad	
18. Género	<input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> No sabe / No responde

19. ¿De qué bloque de la carrera son la mayoría de las materias que está cursando?	<input type="checkbox"/> Sexto (bloque Mediciones) <input type="checkbox"/> Séptimo (bloque Fluidos) <input type="checkbox"/> Octavo (bloque Masa 1) <input type="checkbox"/> Noveno (bloque Masa 2) <input type="checkbox"/> Decimo (bloque Diseño) <input type="checkbox"/> Egresado <input type="checkbox"/> Profesor <input type="checkbox"/> Otro. Especifique
19.1. En caso de haber seleccionado "Otro" en la pregunta anterior. Especifique.	
20. ¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional?	

