

Una estructura curricular troncal integrada en una carrera de Ingeniería Mecánica

Guillermo Luján Rodríguez ^a & Patricia Silvana San Martín ^b

^a Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

^b Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (CONICET-UNR), Rosario, Argentina.

guille@fceia.unr.edu.ar, sanmartin@irice-conicet.gov.ar

Resumen— En el artículo son abordados los principales aspectos teórico-metodológicos que sustentaron la construcción del Plan 2014 de una carrera de Ingeniería Mecánica acreditada en una universidad de Argentina. El objetivo se centra en presentar las características más significativas del diseño de un trayecto troncal de la especialidad y las primeras opiniones de los responsables de cátedra del mismo, finalizada la primera cohorte. La consulta se configuró con 6 preguntas de valoración numérica y dos preguntas abiertas y se aplicó durante el 2020. Entre las principales conclusiones preliminares es posible afirmar que ha habido un impacto positivo en la implementación del nuevo plan, especialmente en la actitud del profesorado que se encuentra más receptivo y comprometido con el desarrollo de una práctica docente integrada, activa y reflexiva. También se reconoce una mayor cohesión y colaboración intra e inter cátedra, lo cual resulta auspicioso para mejorar la propuesta curricular.

Palabras Clave— planes de estudio, ingeniería mecánica, currículo, desarrollo sustentable, tecnología.

Recibido: 10 de mayo de 2021. Revisado: 20 de julio de 2021. Aceptado: 31 de julio de 2021.

A core curricular structure integrated into a career in Mechanical Engineering

Abstract— The article discusses the main theoretical-methodological aspects that supported the construction of the 2014 Curriculum of an accredited Mechanical Engineering degree at a university in Argentina. The objective is focused on presenting the most significant characteristics of the design of a trunk route of the specialty and the first opinions of those responsible for chairs, after the first cohort. The consultation was configured with 6 numerical assessment questions and two open questions and was applied during 2020. Among the main preliminary conclusions, it is possible to affirm that there has been a positive impact on the implementation of the new plan, especially on the attitude of the teaching staff who finds more receptive and committed to the development of an integrated, active and reflective teaching practice. Greater cohesion and collaboration within and between subjects is also recognized, which is auspicious for improving the curricular proposal.

Keywords— study plans, mechanical engineering, curriculum, sustainable development, technology.

1 Introducción

La ingeniería en sus distintas orientaciones tiene un rol relevante en los procesos de desarrollo sustentable, especialmente si se tienen en cuenta las necesidades actuales de los países de la región Latinoamericana y del Caribe. Por lo cual, se requiere un perfil de formación de ingenieros centrado principalmente en los enfoques bioambientales, el respeto por la diversidad cultural, la práctica activa de metodologías de trabajo colaborativo e intersectorial, el conocimiento tanto de tecnologías de última generación como de aquellas técnicas vernáculas que pueden ser readecuadas hacia demandas emergentes, entre otros [1, 2].

Por esto, el fomento de vocaciones científico-tecnológicas y una mejora de la calidad académica en el nivel universitario ha sido uno de los ejes prioritarios de la última década por parte de los países de la región implementando políticas educativas específicas que propusieron distintos programas y proyectos (como ejemplos se pueden mencionar entre otros: en Chile, las convocatorias de implementación del “Plan Estratégico - Nueva Ingeniería para el 2030; en México, diversos programas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); en Colombia, el Programa “MinCiencias”, el cual integra diversas convocatorias que se renuevan periódicamente). Dichas acciones desde una perspectiva inclusiva, promueven el crecimiento del número de graduados calificados, indicador estratégico de la sostenibilidad productiva de bienes y servicios necesarios para el desarrollo de las economías locales y regionales.

En Argentina, vale mencionar, el “Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros” (PEFI), impulsado por la Secretaría de Políticas Universitarias, que planteó en el 2010 tres grandes ejes estratégicos, a saber:

- Proyecto para la mejora de indicadores académicos.
- Aporte de la universidad al desarrollo territorial sostenible.
- Internacionalización de la ingeniería argentina.

En este marco, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha formulado recomendaciones y normativas, a la vez que realiza acciones de monitoreo a los fines de guiar el desarrollo curricular de las carreras en el país.

Sobre la perspectiva pedagógica adoptada para las ingenierías a nivel nacional, este Consejo ha promovido el enfoque por competencias, dando cuenta de ello en una serie de publicaciones. En efecto, en el “Libro Rojo” [3] se proponen los estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en Argentina y una reciente publicación muestra casos y ejemplos de educación en ingeniería siguiendo el mencionado enfoque [4].

Cabe señalar que los estándares de segunda generación elaborados, se presentan como el resultado de un extenso proceso de discusiones y consensos que surgieron a partir de múltiples fuentes entre las que se cuenta la revisión del Libro Verde [5], los debates internacionales sobre la problemática de la formación en Ingeniería vinculados a los requerimientos de desarrollo sustentable, y la atención a los diversos contextos y

heterogéneas situaciones que presenta el territorio nacional. En este trayecto consultivo y transformador, la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (FCEIA-UNR) asumió un rol activo.

La mencionada Facultad, como su nombre lo indica, integra las Ciencias Exactas e Ingenierías, lo cual la caracteriza en su estructura y cuerpo docente, siendo esta conjunción poco frecuente en las universidades de Argentina. En esta dirección, acredita once carreras de grado (seis ingenierías: Agrimensura, Civil, Eléctrica, Electrónica, Industrial, Mecánica; tres licenciaturas: Física, Matemática, Ciencias de la Computación; y dos profesorado: Física, Matemática) y más de veinte carreras de posgrado.

Sobre la carrera de Ingeniería Mecánica de la FCEIA, cabe señalar que en el período 2010-2011, obtuvo por segunda vez su acreditación por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) por un período de seis años y también fue acreditada por el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias de los Estados parte del MERCOSUR (ARCUSUR).

A los efectos de articular de forma calificada la oferta académica de la FCEIA, durante los años 2012 y 2013 se llevó a cabo un proceso integral de reforma y actualización curricular para las seis ingenierías. En vistas a estas reformas, el marco general para la carrera de Ingeniería Mecánica correspondiente al año 2014 plantea: “El presente Plan de Estudios tiene por propósito que sus egresados posean una sólida formación científica, técnica, social, y profesional que los capacite para comprender y desarrollar nuevas tecnologías, con compromiso permanente de actualización, estimulando una actitud crítica y creativa en la identificación, análisis y resolución de problemas propios de la Ingeniería Mecánica, considerando los aspectos políticos, económicos, ambientales y culturales, con visión ética y humanística, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad.” [6].

A continuación, se abordan los principales aspectos teórico-metodológicos que sustentaron la construcción del nuevo diseño curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica. Luego se desarrollan las características más significativas del plan en relación a la propuesta de un trayecto troncal específicamente centrado en la especialidad. Dado que en el año 2019 finalizó la primera cohorte, también se presenta un primer sondeo de opinión realizado al profesorado sobre la experiencia de implementación global del mencionado plan. Finalmente se arriba a breves conclusiones y la prospectiva de futuros trabajos.

2 Hacia una formación del “saber ha-ser” ingenieril

La Agenda 2030 “Transformar nuestro mundo” [7] en sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas persigue transformaciones globales en cuanto a problemáticas relacionadas a la pobreza extrema, la exclusión social, el cambio climático, el acceso a la educación, salud y trabajo. En este sentido, resulta significativo el enfoque de las Tecnologías para la Inclusión Social (TIS) definidas por Thomas, Juárez y Picabea [8]. Las TIS se entienden como una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales contextualizados, generando dinámicas de inclusión social y de desarrollo sostenible. Podría decirse que el ODS 17 [7]

al postular como requerimiento indispensable las alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil habilita un horizonte metodológico donde es posible articular, promover y fortalecer acciones que den lugar al despliegue y producción de TIS. Esto implica trabajar en redes colaborativas/cooperativas con disponibilidad no sólo a la construcción de lo interdisciplinar sino también otorgar sentido a lo indispensable que resulta co-construir “intersaberes” generados en el amplio abanico de lo intersectorial [9].

Más allá de lo interdisciplinar, se reconoce indispensable la construcción de un diálogo horizontal donde se integren, entre otros, los saberes del patrimonio cultural inmaterial de los grupos sociales [10]. Estos saberes, si bien no se inscriben en la tradición académica disciplinar, resultan indispensables al momento de abordar problemáticas socio-técnicas respetando las necesidades y requerimientos de los diversos contextos culturales comunitarios [11]. Todo lo cual solicita asumir un compromiso ético de escucha al otro en su alteridad [12].

En esta dirección, la noción de sistema complejo planteada por García [13] posibilita argumentar que un Sistema Tecnológico Social (STS) habilita trayectorias socio-técnicas que se configuran como un proceso de co-construcción de productos, procesos de aprendizaje, de producción, organizacionales e institucionales fundamentados en prácticas culturales no excluyentes. Esto también está presente en el ODS 4, que busca avanzar en todos los niveles del sistema educativo hacia una educación para la sostenibilidad [14].

Con referencia a la mediatización devenida de las tecnologías, la perspectiva constructivista y constructorista de los STS atiende tanto en lo formativo como en lo profesional al ejercicio de prácticas participativas que favorezcan el sostenimiento de procesos dinámicos de desarrollo contextualizados [15, 16].

En consideración de lo expuesto, es necesario articular de manera estratégica en la formación profesional de los futuros ingenieros: 1) el acceso y tratamiento crítico a fuentes de información y conocimiento multimodales, 2) el desarrollo de modelos de generación de contenidos interactivos y accesibles, 3) la investigación en redes socio-técnicas intersectoriales, 4) la configuración de los entornos físico-virtuales colaborativos de trabajo tanto académicos como profesionales, 5) la apropiación creativa de diversos dispositivos tecnológicos teniendo gran incidencia los desarrollos computacionales y la robótica, 6) la capacidad de agencia requerida por los STS.

En el marco de los sistemas educativos de nivel de grado, el discurso pedagógico de la posmodernidad, refiere a “competencias profesionales”, como la imprescindible construcción de capacidades que sintetizan en el sujeto el “saber ser - saber hacer” en su área disciplinar poniendo el foco en las perspectivas activas de enseñanza y aprendizaje y las dinámicas de taller [17]. Más allá de la singularidad disciplinar, el presente trabajo plantea la conjunción “saber ha-ser” desde un marco ético-filosófico, entendiéndola como la manifestación de una actitud responsable hacia el hábitat, expresándose en los planos científicos, tecnológicos y culturales, a través de articuladas coordenadas de acción [18].

Para el desarrollo de las competencias profesionales en el campo de la Ingeniería Mecánica, la literatura sobre la temática plantea la necesidad de integrar metodológicamente contenidos y problemáticas de las distintas disciplinas involucradas, con teoría y

técnicas reflexivas de acción participativa para el tratamiento de los problemas en su complejidad [19 - 21].

Si bien este horizonte resultaría adecuado a los propósitos de desarrollo sustentable, Díaz-Barriga [22] en una revisión crítica de las políticas de innovación en la educación superior mexicana, sostiene que existe una seria contradicción entre la actual conservación de la tradicional estructura curricular por asignaturas y la pretendida innovación por competencias. En este sentido plantea que: “Las deficiencias y errores cometidos en los proyectos de integración curricular llevaron a regresar a la estructura por asignaturas. Es quizás el momento de pensar si no estamos ante una innovación curricular estéril, que se esconde detrás de nombres de avanzada: por competencias, centrados en el aprendizaje, con apoyo de las tecnologías” (p. 178).

Entre la voluntad de innovación y las realidades de las instituciones académicas argentinas, es importante tener en cuenta ciertas debilidades detectadas en la formación del profesorado de la mayoría de los planteles de las facultades de Ciencias Exactas, Ingeniería, entre otras. En especial en el contexto de la carrera de Ingeniería Mecánica de la FCEIA, cabe mencionar que en el Ciclo Profesional, históricamente prevaleció la búsqueda de profesionales con experiencia en la disciplina o especialidad que asuman tareas docentes, con el denominador común de carecer de formación pedagógica y una didáctica específica. Esto supone una barrera importante a la hora de transformar ciertas dinámicas de la cultura del profesorado de la institución, lo cual se replica también en los cuerpos directivos.

Ante esta problemática, más allá de algunos cursos breves de formación pedagógica implementados institucionalmente, la hipótesis curricular del plan 2014 sostuvo que la puesta en obra de una perspectiva de formación que involucre los conocimientos profesionales de la Ingeniería Mecánica (en adelante IM) en una práctica educativa activa, dialógica y colaborativa posibilitaría a dicho profesorado una reflexión más sistemática sobre su propio hacer docente. En esta dirección, los futuros profesionales podrían experimentar el desarrollo de originales síntesis de acción para el abordaje complejo de las actuales problemáticas en el campo de la IM.

Desde esta primera aproximación, el trayecto de la carrera como experiencia educativa podría desarrollar un proceso de construcción interactivo-intersubjetivo del conocimiento profesional promoviendo una ampliación de las capacidades singulares y grupales. Todo lo cual habilitaría a descubrir y desplegar nuevas potencialidades a quienes participan de dichos procesos.

Así, se podría co-construir aquello que se manifiesta como interés común pero que a su vez solicita atención a lo singular de cada situación educativa en un marco socio-técnico-cultural. Siguiendo a Cruz [23], el desafío requiere sostener el esfuerzo que solicita la tarea de pensar y “hacernos cargo” de lo común, generando un encuentro grupal que no diluya la singularidad. En ese trayecto, podrían surgir suficientes (o insuficientes) fundamentos que finalmente cuestionarán en cada caso, el tránsito favorable o no por alguno de los múltiples senderos posibles. Podría decirse, en acuerdo con Badiou [24], que en profundidad se interroga sobre cómo iluminar la elección para sostener la decisión.

Esta perspectiva dio lugar a proponer un eje troncal que se diseñó con el objetivo de avanzar hacia una mayor integración curricular de las asignaturas. Cabe señalar que el horizonte de esta

propuesta curricular es lograr una mayor articulación vertical y horizontal en la carrera, a través de una presencia continua y vertebral de actividades propias de la IM a lo largo del trayecto de cursado.

3 Principales características del Plan 2014 de Ingeniería Mecánica

Tal como fuera mencionado en la introducción del presente artículo, el plan 2014 inscripto en la tradición de la FCEIA persigue una sólida formación tanto en ciencias básicas como en tecnologías básicas. Además, tiene en cuenta la actualización de contenidos tecnológicos requeridos en la especialidad, formaliza la incorporación de las prácticas profesionales y atiende a una formación más integral que contempla una articulación con contenidos de ciencias sociales y humanidades.

A nivel de los formatos curriculares, los diversifica incorporando además de las asignaturas, a los talleres, seminarios, proyectos y prácticas profesionales. En línea con las recomendaciones nacionales, plantea la formación por competencias poniendo en foco la participación de los estudiantes en proyectos de investigación y extensión, así como también estadías en otras universidades del país y el extranjero. En síntesis, el cambio curricular busca un horizonte de formación con una mayor flexibilidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que se extiende durante cinco años, en un dictado cuatrimestral de 16 semanas, totalizando 53 actividades curriculares diversificadas.

De manera simplificada puede considerarse que este plan, actualmente vigente, tiene un Ciclo Básico que comparte con las otras cinco ingenierías de la FCEIA y un Ciclo Profesional. El Ciclo Básico consta de 15 asignaturas en el que se desarrollan las Ciencias Básicas de la Ingeniería y es dictado por la Escuela de Formación Básica. El Ciclo Profesional corresponde a la Escuela de Ingeniería Mecánica y en él se desarrollan 26 asignaturas de las Tecnologías Básicas y Aplicadas. La cantidad total de horas presupuestadas por el nuevo plan de estudio es 4040.

Los diversos formatos propuestos procuran superar la atomización del conocimiento y el enfoque tradicional que fueran señalados como debilidad, procurando que se efectivice una mayor integración de los espacios y actores que los conforman. De esta manera, se parte de la premisa que los formatos de cada una de las actividades a realizar, se adecuarán según los objetivos que se persigan, el tipo de contenidos desarrollados, las metodologías implementadas, los criterios y modalidades de evaluación puestos en práctica. Aspectos que, en definitiva, configurarán diversas relaciones entre los sujetos pedagógicos, el conocimiento y su futura práctica profesional.

Así, las asignaturas se concibieron centradas en un área de conocimiento diferenciada, a los fines de recuperar el rigor metodológico y la estructura ordenada de una o más disciplinas. En lo específico, se busca que el estudiantado se pueda afianzar en el análisis y resolución de problemas, interpretación de tablas y gráficos, preparación de informes, desarrollo de la comunicación oral y escrita, práctica de laboratorio, trabajo de campo y, tareas de diseño y proyecto.

Los seminarios se entendieron como espacios académicos para el estudio en profundidad de problemas relevantes para la formación profesional, a través de los aportes de marcos teóricos de una o

varias disciplinas mediante la lectura reflexiva y debate de variados materiales bibliográficos, material audiovisual y/o proyectos de investigación, a los fines de promover una apropiación crítica en la construcción del conocimiento a partir de la producción socializada.

Los talleres fueron definidos como unidades curriculares orientadas a la producción e instrumentación requerida para la acción profesional. Los mismos se centran en la resolución práctica de situaciones de alto valor para la formación ingenieril [25]. Este planteo se fundamenta en que las situaciones prácticas no se reducen a un simple hacer, sino que se constituyen como un trayecto creativo, reflexivo y dialógico que pone en juego tanto los marcos conceptuales disponibles como la búsqueda de otros que resulten novedosos y necesarios para orientar, resolver o interpretar los desafíos de la producción y de la práctica [26].

El formato proyecto fue articulado como una actividad curricular que implica la resolución de un problema de ingeniería. Esto demanda entre otras cosas, que los estudiantes sean capaces de discutir y proponer una solución técnica concreta y consistente al problema presentado. A nivel de procesos, se busca afianzar y profundizar la integración de conocimientos, habilidades y actitudes posibles de construir en las distintas actividades curriculares ya cursadas. Cabe señalar que dicha solución debe contemplar, además de las precisiones científicos-tecnológicas correspondientes, la sustentabilidad en términos económicos, financieros y ambientales, como así también el cumplimiento de las leyes vigentes y el apego a la ética profesional.

En síntesis, las 53 actividades curriculares del Plan 2014 se distribuyen temporalmente en 10 cuatrimestres y se organizan a través de relaciones de correlatividades.

4 Propuesta troncal

La consolidación del nuevo plan de estudio, no estuvo exenta de tensiones, lo cual significó un tránsito prolongado por variadas instancias donde se consideraron y acordaron de forma integral diversos aspectos. Entre estos, se pueden mencionar cuestiones institucionales de distinto nivel, sociales del colectivo docente y del estudiantado, disponibilidades técnicas y de infraestructura/ ciberinfraestructura, perspectivas textuales /discursivas en cuanto a contenidos, interacciones disciplinares e interdisciplinares y la relación con el medio productivo. En este sentido, las tareas de coordinación general estuvieron a cargo de la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica y del Consejo Asesor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, quienes tuvieron a cargo el seguimiento evaluativo de la implementación en coordinación con la Unidad Académica.

A partir de una estrategia organizacional que implicó un trayecto de actividades conjuntas de discusión y reflexión sobre qué era posible mejorar o cambiar, el profesorado de la escuela fue construyendo el diseño troncal, lo cual habilitó a experimentar y analizar los problemas que obturaban grupalmente la transformación de las currículas y las prácticas.

Cabe señalar que la reforma del plan de estudio también atendió a consolidar una estructura de programa analítico más completa y detallada para cada actividad curricular. En efecto, desde el 2014 se ampliaron los requerimientos formales de las actividades curriculares según el siguiente listado:

- Identificación y características de la Actividad Curricular (incluye Carrera, Plan de Estudios, nombre, código, tipo, carácter, año, cuatrimestre, departamento, carga horaria, docente responsable, equipo de cátedra).
- Objetivos (General y Específicos).
- Programa Sintético (extraído del texto del Plan de estudio).
- Actividades Curriculares Relacionadas (previas aprobadas, simultáneas recomendadas, y posteriores).
- Resumen de la actividad curricular
- Contenido Temático (con la posibilidad de ampliar a contenidos procedimentales y actitudinales).
- Bibliografía (básica y complementaria).
- Modalidades de enseñanza (incluyendo lista de actividades prácticas).
- Recursos (físicos, virtuales y software).
- Evaluación (metodología, carácter, cuestiones vinculadas a la promoción).
- Distribución de la carga horaria (presenciales: teóricas y prácticas (experimental de laboratorio, experimental de campo, resolución de problemas y ejercicios, problemas abiertos de ingeniería, actividades de proyecto y diseño, y Práctica Profesional Supervisada, según correspondiese) y evaluaciones. También se solicita estimar aproximadamente las horas que tendrían que dedicar el estudiantado fuera de clase (preparación teórica, preparación práctica, y elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etcétera).
- Cronograma de actividades.

A partir de la interrogación de cómo potenciar aquellas actividades curriculares que garantizaban una presencia constante de la especialidad a lo largo de toda la carrera, el diálogo interdisciplinar consensuado co-construido por los profesores aportó diversas precisiones a estos requerimientos. De esta manera, fue emergiendo el diseño del trayecto troncal de la carrera, que pretende favorecer el desarrollo paulatino de las competencias profesionales, generales y específicas, y la integración metodológica de contenidos y problemáticas de las distintas disciplinas involucradas. A tales fines, una dinámica que resulta imprescindible de articular en la práctica educativa, es la puesta en obra de teorías y técnicas reflexivas de acción participativa para el tratamiento de los problemas en su complejidad creciente [27].

Las actividades curriculares que configuran este trayecto troncal son las siguientes:

- M1 Introducción a la Ingeniería Mecánica
- M2 Estática
- M3 Mecánica de Materiales
- M4 Mecánica de Medios Continuos
- M6 Análisis de Mecanismos y Máquinas
- M12 Mecánica Aplicada
- M17 Dibujo Mecánico I
- M21 Dibujo Mecánico II
- M25 Síntesis de Mecanismos y Máquinas
- M26 Proyecto Final de Ingeniería Mecánica

A continuación, la Fig. 1 muestra en el resaltado de color amarillo las actividades curriculares del trayecto troncal, la distribución curricular total y, en atención a los requerimientos

de correlatividad, su articulación a través de un mapa de relaciones entre los distintos espacios.

Los Programas Analíticos que conforman el eje troncal se elaboraron en vistas a promover procesos de enseñanza y de aprendizaje que posibiliten una aproximación progresiva y complementaria tanto a los contenidos como al desarrollo de las habilidades. Las áreas de “Formación Integral”; “Fundamentos de la Mecánica” y “Diseño Tecnológico de Sistemas Mecánicos” aglutinan las actividades curriculares de dichos ejes fortaleciendo un enfoque orientado al diseño mecánico. Las mismas son complementadas por las áreas de “Matemática”; “Físico-Química”, “Materiales de Ingeniería” y “Transferencia de Masa y Energía”. De esta manera, se trata en alguna medida de subsanar las problemáticas devenidas de la fragmentación disciplinar y el desvínculo entre la teoría, la práctica y el futuro desempeño profesional.

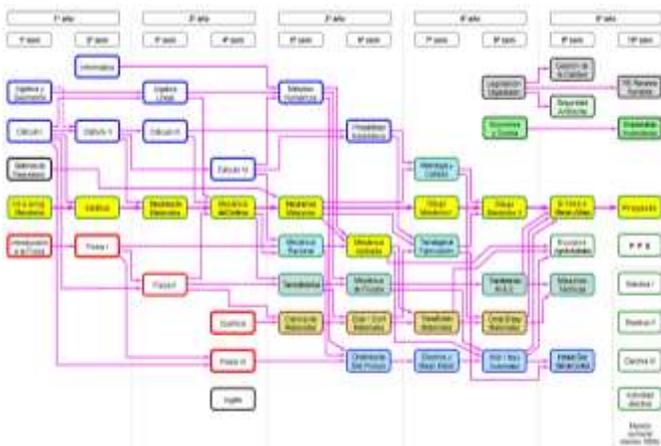


Figura 1. Distribución temporal y correlativa de las actividades curriculares.
Fuente: Los autores.

Finalmente cabe mencionar que “Mecánica de Medios Continuos” y “Dinámica de Sistemas Físicos” aparecen como novedad en este plan, al igual que “Síntesis de Mecanismos y Máquinas”. Esta última y Proyecto Final de Ingeniería Mecánica, se plantean a partir de un trabajo conjunto a fin de que la primera posibilite a los estudiantes elaborar un anteproyecto de la propuesta de trabajo de cierre de carrera, y por otra parte, integren las herramientas técnicas necesarias para el diseño, cálculo y desarrollo de sistemas mecánicos.

5 Primeras reflexiones sobre la implementación del Plan 2014

La primera cohorte del Plan 2014 finalizó a fines del año 2019, por lo cual se procedió durante el año 2020 a realizar distintos tipos de análisis conducentes a elaborar las primeras reflexiones sobre los resultados de la implementación. En esta sección se presentará lo concerniente a las consultas realizadas a los responsables de las diez cátedras troncales. Los profesores consultados se consideran informantes clave por muestreo intencional en atención a su perfil profesional, relevancia dentro de la carrera y participación activa en la discusión de la propuesta curricular.

El instrumento de consulta se dividió en dos secciones: la primera contenía seis preguntas donde se solicitó que se aplicara en la respuesta una valoración escalar numérica, siendo “1” el valor mínimo y “5” el máximo; la segunda presentaba dos preguntas abiertas. En atención a las restricciones de presencia física reglamentadas por la Universidad en referencia a la pandemia COVID-19, el instrumento fue enviado por correo electrónico de forma personalizada a cada informante, consultándole sobre la posibilidad de contactar telefónicamente si fuera necesario o así lo prefiriera.

Las preguntas cuantificadas se centraron básicamente en dar cuenta en qué medida:

- 1) El plan 2014 posibilitó la colaboración y reflexión sobre la práctica docente en el grupo de cátedra;
- 2) fue posible la integración del espacio de conocimiento de la cátedra con otras cátedras;
- 3) resultó adecuada la articulación de las asignaturas troncales del Plan de la carrera;
- 4) la plantilla de trabajos prácticos estandarizada se configuró como un instrumento válido;
- 5) la cátedra aportó al desarrollo de competencias profesionales en IM que plantea el Plan.

La sexta pregunta refería a las estrategias didácticas implementadas en la cátedra e interrogaba en qué medida se promovió el acceso y manejo selectivo de diversas fuentes de información; el uso de entornos físico-virtuales de trabajo; la producción de contenidos interactivos; la integración de diversos dispositivos tecnológicos y, la participación activa y responsable de los estudiantes.

Las preguntas abiertas interrogaron a los informantes sobre qué aspectos del nuevo plan de estudio se destacaban como aportes más relevantes y que mejoras se podrían plantear a partir de las debilidades que el informante podría haber detectado.

5.1 Resultados

Sobre las respuestas obtenidas, la siguiente Fig. 2 muestra los resultados vinculados a la primera pregunta centrada en el trabajo intra-cátedra posibilitado por el nuevo plan. Si bien todas las respuestas están entre el nivel 3 y 5, se puede observar que en las actividades curriculares de los primeros años prevalece una valoración muy positiva.



Fig. 2. Colaboración y reflexión intra-cátedra.
Fuente: Los autores.

Es posible que estas valoraciones en las cátedras iniciales y final se asocien a la renovación generacional que se ha consustanciado en los concursos de los responsables de cátedra y equipo. En los

intercambios dialógicos realizados se ha observado que el profesorado más joven se encuentra más abierto a propiciar una reflexión sistemática grupal de la práctica docente.

Los resultados de la pregunta sobre la integración del espacio de conocimiento de la cátedra con otras cátedras (Fig. 3) muestran sólo un caso por debajo de la media y es importante destacar que 4 espacios curriculares sobre 10 obtuvieron la valoración máxima. Además, se puede observar una buena articulación de conocimientos en los dos primeros años, principalmente en el área Fundamentos de la Mecánica.

Las respuestas más dicotómicas corresponden a la tercera pregunta sobre la adecuada articulación de las asignaturas trocales de la carrera. Se registraron cuatro opiniones con un valor mínimo de 2, cinco con valor máximo de 4 puntos y una con 3 puntos. Esta polarización que muestra además ciertas debilidades, se puede analizar con mayor justeza en los comentarios efectuados en las dos preguntas abiertas que mencionaremos más adelante.



Fig. 3. Integración intercátedra.
Fuente: Los autores.

Un caso similar se observa en los resultados de la cuarta pregunta relativa a la utilidad de la plantilla estandarizada donde se registran respuestas entre el nivel 3 y máximo 4 y, tres respuestas con el mínimo de 1 (único caso que aparece esta puntuación). Cabe señalar que en Proyecto Final de Ingeniería Mecánica no aplica esta pregunta.

En cuanto a la pregunta sobre el desarrollo de competencias, seis cátedras puntuaron con el valor máximo de 5 y las cuatro restantes asignaron el valor de 4 puntos, lo cual da cuenta de un fuerte compromiso con los lineamientos curriculares institucionales y una clara conciencia del enfoque hacia una formación integrada.



Fig. 4. Estrategias didácticas implementadas.
Fuente: Los autores.

La Fig. 4 presenta los resultados en torno a las estrategias didácticas implementadas por cada cátedra en los cinco tópicos ya mencionados. En líneas generales es posible afirmar que los resultados son positivos y están por encima de la media, excepto en uno de los tópicos de una cátedra. Por lo demás, es positiva la valoración sobre el acceso y manejo de diversas fuentes de información y la producción de contenidos interactivos. Por otra parte, existe un uso sostenido de distintos entornos físico-virtuales de trabajo y de dispositivos tecnológicos. En todos los casos se reconoce una alta participación activa y responsable de los estudiantes.

Es importante mencionar que todos los espacios curriculares han configurado su aula interactiva en el Campus Virtual de la UNR, que además de brindar los materiales de estudio necesarios, complementa las actividades presenciales fortaleciendo los procesos formativos asincrónicos.

Respecto a las preguntas abiertas sobre los aportes más relevantes del Plan 2014, los informantes reconocen como importante la presencia articulada de la Escuela de Ingeniería Mecánica a lo largo de toda la carrera:

“El Plan de Estudios 2014 posibilitó la presencia de la Escuela Profesional en todos los cuatrimestres de la carrera. Eso brinda a los estudiantes la interacción con ingenieros mecánicos y problemas propios de la especialidad de manera espiralada en complejidad y reflexión para la generación de posibles soluciones” (M 1), “...posibilita la identificación clara de las diferentes “ramas” o “áreas” de conocimiento de la carrera de ingeniería mecánica...” (M 6), y “...Siguiendo un camino que naturalmente atiende una formación de origen en las ciencias básicas y con finalidad tecnológica, creo que se ha mantenido un adecuado balance en pos de preservar, además, la transversalidad en los contenidos de cada actividad curricular e incluso entre las distintas áreas que forman parte de la carrera...” (M 4).

Por otra parte, los responsables de cátedra reconocen lo valioso de la aparición de dos asignaturas nuevas: “Mecánica de Medios Continuos” y “Dinámica de Sistemas Físicos”: “...se agregaron dos nuevas asignaturas: Mecánica de Medios Continuos (modelado del continuo: parámetros distribuidos) y Dinámica de Sistemas Físicos (modelado del discreto: parámetros concentrados)...” (M 1), y “...La inclusión de la asignatura de Mecánica de Medios Continuos que generaliza uno de los modos de analizar fenómenos en ingeniería: los modelos continuos. Y de la asignatura Dinámica de Sistemas Físicos que hace lo propio con el otro estilo de análisis: los modelos discretos...” (M 12).

Se pondera además la articulación lograda entre “Síntesis de Mecanismos y Máquinas” y “Proyecto Final de Ingeniería Mecánica” como fortaleza del nuevo plan. En este sentido, también se pondera el desglose de dos asignaturas: a) Mecánica del Sólido, en Estática y Resistencia de Materiales, y b) Diseño Mecánico, en Dibujo Mecánico I y Dibujo Mecánico II. Otro acierto que se destacó fue el reenfoque de la asignatura Máquinas Térmicas I, en Transferencia de Masa y Energía. En síntesis se manifiesta: “...ha sido fundamental la reestructuración de los contenidos de la carrera, rediseñando las actividades curriculares que formarían parte del nuevo plan y sus respectivos programas de estudios de cada una de las

cátedras. Esto ha sido, a mi juicio, correctamente diseñado a la par de la reestructuración de los bloques curriculares y un adecuado ordenamiento de las distintas materias que forman parte del plan.” (M 4).

Asimismo las opiniones valoran que, “Estática” y “Resistencia de Materiales”, como así también “Dibujo Mecánico I” y “Dibujo Mecánico II” al poseer el mismo equipo de cátedra han logrado mayor continuidad y maduración paulatina sosteniendo la unicidad del enfoque a lo largo de los dos cuatrimestres.

Por último, se destaca en concordancia con los resultados de la pregunta cinco, el aporte vinculado a la formación por competencias: “Logró un mejor equilibrio entre las horas asignadas a los distintos departamentos y orientó las asignaturas y la carrera de manera efectiva hacia las competencias profesionales de Ingeniería Mecánica.” (M 26).

En cuanto a las debilidades señaladas sobre la articulación general de las asignaturas troncales (pregunta 3) en general se propone fortalecerla a través de reuniones del claustro docente: “...Permitir instancias concretas de interacción entre docentes para coordinar métodos, bibliografía, etc. de temas comunes a varias asignaturas...” (M 6), “Creo que habría que fortalecer las reuniones del claustro docente a fin de favorecer la articulación entre asignaturas de la misma área, como así también articular horizontalmente dentro del cuatrimestre y verticalmente con las asignaturas anteriores y las correlativas.” (M 1). Por otra parte, sería necesario fortalecer el abordaje de marcos teóricos comunes en la práctica educativa de todos los espacios curriculares: “En referencia al Área Fundamentos de la Mecánica, se logró mejorar notablemente el desarrollo del currículo a fin de permitir una mejor coordinación entre asignaturas, manejar un léxico y unas teorías en común que no son abordadas en su totalidad en alguna de las actividades curriculares, sino más bien a lo largo del cursado...” (M 3).

Entre las opiniones recogidas, resulta interesante la apreciación vinculada a la necesidad de articular la carrera de Ingeniería Mecánica con otras carreras de ingeniería: “Falta de conocimiento del resto de especialidades de ingeniería y su conexión con la mecánica”. (M 25). Podría decirse al respecto que, aunque se sabe que luego los egresados trabajarán en equipos que incluyen ingenieros de las diversas ramas, es un aspecto muy necesario pero con escaso desarrollo en las propuestas curriculares de la ingeniería a nivel nacional.

En relación a la capacitación docente en servicio, la mayoría de las cátedras señalan su medular importancia y la necesidad vinculada a la formación continua: “...desarrollar el taller permanente para docentes, de integración de los conceptos troncales, para unificar: conocimientos en los equipos de cátedra; modos de transmisión de los mismos; herramientas de evaluación y definir uno o más grandes proyectos a desarrollar durante toda la carrera...” (M 25), y “Por otro lado, la capacitación docente es un elemento fundamental en todo proceso de reflexión educativo a fin de posibilitar cambios argumentados.” (M 1). Esto resulta muy significativo porque da cuenta de una mayor predisposición del profesorado a la reflexión permanente sobre su práctica, cuestión poco tenida y bastante resistida hace una década.

En relación a los vínculos con los estudiantes: “... creo que la instancia de una encuesta a los estudiantes donde puedan señalar

claramente fortalezas y debilidades podría ser un insumo valioso no solo para cada cátedra, sino para la carrera en general” (M 1), y otros comentarios relatan brevemente lo trabajado en este tópico, como por ejemplo: “Se trabajó exhaustivamente en el trato personal con los estudiantes, mediante clases de consulta y foros, permitido por la reducción del número de estudiantes en comisiones...” (M 2).

Debilidades vinculadas a la propuesta global no se señalan, aunque se habla de que es posible aún optimizar el enfoque pedagógico: “Nuevamente, mi opinión se centra en lo que considero que puede ayudar a optimizar la forma en que se construye el conocimiento o se adquieren las competencias, y no en un cambio de las bases y los objetivos del presente plan. Es decir, no detecto grandes debilidades en el plan actual, considero que hay detalles que podrían repensarse con el fin de armonizar y homogeneizar las transiciones entre las actividades curriculares que forman parte del mismo.” (M 4).

Por último, se señalan dos cuestiones que se presentan como debilidad. La primera alude a un desequilibrio manifiesto: “El desbalance entre síntesis (creatividad y pensamiento divergente) y análisis (racionalidad y pensamiento convergente) es alarmantemente alto” (M 25). La segunda, plantea reforzar una capacidad específica: “Podría profundizarse la orientación del Plan hacia la capacidad de resolución de problemas de ingeniería” (M 26). Estas afirmaciones abren un profundo debate que se debería dar *ad-intra* de las propuestas curriculares en nuestro país, sobre todo considerando lo planteado por Díaz-Barriga (2020) con respecto a los diseños por competencias que mantienen las estructuras tradicionales por asignatura.

6 Conclusiones

El presente artículo ha intentado mostrar un horizonte de trabajo en la planificación curricular y práctica docente en la formación de ingenieros mecánicos motivado por una interrogación aún abierta que podría ser discutida de forma extensiva en la región latinoamericana y caribeña. Si la finalidad en la presente década es “Transformar nuestro mundo” siguiendo los ODS, cómo sería posible avanzar en propuestas innovadoras para la formación en Ingeniería donde se desarrollen integralmente procesos creativos, analíticos y contextualizados, fundamentados en una toma de conciencia sobre la necesaria co-construcción de “intersaberes”. Entonces, de qué manera sería posible poner en obra en la Educación Superior el enfoque socio-técnico-cultural que habilita en desarrollo de Tecnologías para la Inclusión Social.

A partir de lo expuesto, el Plan 2014 de la carrera de IM con su trayecto troncal se presenta como una apertura hacia esta interrogación. Las opiniones recogidas en cuanto a la disponibilidad y demanda hacia la reflexión pedagógica grupal y capacitación en servicio del profesorado, da cuenta de un paulatino crecimiento desde una identidad profesional centrada básicamente en lo ingenieril, hacia otra más integrada con su rol de práctica docente. En este sentido, cabe destacar la motivación de los responsables de cátedra hacia la labor propositiva de conceptos, procesos y tecnologías de la Ingeniería Mecánica resignificando principios pedagógicos activos. Las estrategias didácticas implementadas han buscado promover en los futuros ingenieros experiencias motivadoras para desarrollar grupalmente originales síntesis para el abordaje

complejo de las actuales problemáticas en este campo. Todo lo cual despliega en todos los actores participantes del proceso condiciones favorables para el desarrollo del “saber ha-ser” en sus múltiples dimensiones.

Asimismo, en la experiencia de implementación de la primera cohorte se reconoce una articulación más eficaz tanto a nivel multidisciplinar con la FCEIA como en la especificidad requerida por la Escuela de Ingeniería Mecánica. En efecto, esto resulta un avance con respecto a los planes anteriores, ya que la estructura troncal propuesta ha posibilitado dinámicas de trabajo más integrales de los equipos docentes tanto en los procesos de planificación como de seguimiento y evaluación.

Finalmente, la perspectiva de trabajo se centra en analizar de forma multidimensional los resultados alcanzados en las primeras cohortes a los fines de realizar las adecuaciones y ajustes necesarios que permitan profundizar las acciones para seguir fortaleciendo al equipo docente de la carrera y avanzar en la construcción de mayor cantidad de criterios comunes. Esto implica tener en cuenta además de la documentación académica, administrativa y el relevamiento de opinión de los equipos docentes, dar voz al estudiantado y recientes graduados como así también a las organizaciones donde se realizan las prácticas profesionales.

Será entonces la tarea indagar sobre las rupturas, trazando caminos -elecciones- para experimentar y sostener los propios procesos reflexivos -decisiones- utilizando herramientas metodológicas -puesta en obra- que dinamicen el intercambio y creación de nuevas síntesis -individuales y grupales- en los procesos de formación de los futuros ingenieros mecánicos.

Referencias

- [1] E. Castellar, “Una mirada al estado de la Educación Superior con relación a los objetivos de desarrollo Sostenible”, *Educación Superior y Sociedad*, vol. 32, núm. 2, pp. 14-35, 2020.
 - [2] H. Dieleman, “Transdisciplinary Artful Doing in Spaces of Experimentation and Imagination”, *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, vol. 3, pp. 44-57, 2012.
 - [3] CONFEDI, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, Libro Rojo: Estándares de segunda generación para ingeniería, Argentina, 2018.
 - [4] CONFEDI, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, El enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas. Casos y ejemplos en Educación en Ingeniería, Argentina, 2019.
 - [5] CONFEDI, Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, Libro Verde: Propuesta de Acreditación de Carreras de Grado, Argentina, 2000.
 - [6] UNR, Universidad Nacional de Rosario, Plan de Estudios 2014 Ingeniería Mecánica (Resolución 375/14 CS-UNR), Argentina. Disponible en: https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Ffceia.unr.edu.ar%2F%2Fim%2F%2Fplanes_de_estudio%2FRes_375_2014_CS_Plan_2014_Ingengeria_Mecanica_1.pdf
 - [7] ONU, Organización de las Naciones Unidas, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Resolución aprobada por la Asamblea General ONU, 25 de septiembre de 2015.
 - [8] H. Thomas, P. Juárez y F. Picabea, ¿Qué son las tecnologías para la inclusión social?, Argentina, Universidad Nacional de Quilmes, 2015.
 - [9] P. San Martín, “Hacia un modelo analítico multidimensional para la co-construcción y sostenibilidad de proyectos escolares TIS - Ciencias de la Computación”, *Espacios en Blanco. Revista de Educación*, núm. 31, Vol. 1, pp. 67-81, 2020.
 - [10] CRESPIAL, Centro Regional para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de América Latina, Miradas a la gestión del PCI de América Latina: Avances y perspectivas. Estados del arte sobre las políticas públicas para la salvaguardia del PCI de los países miembro del CRESPIAL, Perú, 2019.
 - [11] M. Rosas-Baños, “Nueva Ruralidad desde dos visiones de progreso rural y sustentabilidad: Economía Ambiental y Economía Ecológica”, *Polis*, núm. 34, pp. 2-13, 2013.
 - [12] E. Levinas, *Totalidad e Infinito: ensayo sobre la exterioridad*, España, Ediciones Sígueme, 2002.
 - [13] R. García, *Sistemas Complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Buenos Aires: Gedisa, 2007.
 - [14] L. Collazo y A. Geli De Ciurana, “Avanzar en la educación para la sostenibilidad. Combinación de metodologías para trabajar el pensamiento crítico y autónomo, la reflexión y la capacidad de transformación del sistema”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 73, pp. 131-154, 2017.
 - [15] T. Pinch y W. Bijker, “La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la tecnología pueden beneficiarse mutuamente”, en Hernán Thomas y Alfonso Buch (coord.), *Actos, actores y artefactos*. Argentina, Universidad Nacional de Quilmes, pp. 19-62, 2008.
 - [16] H. Thomas, L. Becerra y A. Bidinost, “¿Cómo funcionan las tecnologías? Alianzas socio-técnicas y procesos de construcción de funcionamiento en el análisis histórico”, *Pasado Abierto*, (10), pp. 127-158, 2019.
 - [17] P. San Martín y G. Rodríguez, “Construir un nuevo diseño curricular participando de un Dispositivo Hipermedial Dinámico”, *Revista Cognición*, núm. 22, pp. 15-32, 2009.
 - [18] A. Gómez Alzate, “El paisaje como patrimonio cultural, ambiental y productivo”, *KEPES*, 6, pp. 91-106, 2010.
 - [19] L. Fletcher, “Mechanical Engineering Education for the 21st Century”, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 13, núm. 1, pp. 42-51, 1997.
 - [20] C. Dym, A. Agogino, O. Eris, D. Frey y L. Leifer, “Engineering Design, Thinking”, *Teaching and Learning Journal of Engineering Education*, 94 (1), pp. 103-120, 2005.
 - [21] J. García-Caicedo, “Los proyectos de diseño mecánico como herramienta para el desarrollo de competencias transversales en los ingenieros”, *Revista Educación en Ingeniería*, 15 (30), pp. 60-73, 2020.
 - [22] A. Díaz-Barriga, “De la integración curricular a las políticas de innovación en la educación superior mexicana”, *Perfiles Educativos*, vol. XLII, núm. 169, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2020.169.59478>
 - [23] M. Cruz, *Hacerse cargo. Sobre responsabilidad e identidad personal*, Barcelona, Paidós Ibérica, 1999.
 - [24] A. Badiou, *Filosofía del presente*. Buenos Aires, Libros del Zorzal, 2005.
 - [25] D. Braccialarghe, B. Introcaso y G. Rodríguez, “Hacia la construcción de la modalidad de taller como propuesta de integración entre introducción a la ingeniería y las ciencias básicas”, *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 4(9), pp. 41-50, 2015
 - [26] M. C. Davini, *Métodos de enseñanza: didáctica general para maestros y profesores*, Buenos Aires, Santillana, 2008.
 - [27] G. Rodríguez, R. Guerrero y F. Nardoni, “Repensar la praxis educativa: integrando el hacer en primer año de una carrera de ingeniería”, *Propuesta Educativa*, núm. 50, Vol.2, pp. 79-91, 2018.
- G.L. Rodríguez**, recibió el título de Ingeniero Mecánico en 1998 y de Doctor en Ingeniería en 2011, todos ellos de la Universidad Nacional de Rosario, en Argentina. También posee el diploma de Profesor en Filosofía, año 2004. Realizó su Posdoctorado en Paris 8 en 2015. Desde 2005 participa activamente en proyectos acreditados de I+D en el área de Nuevas Tecnologías Educativas y se ha especializado desde 2012 en la Enseñanza de la Ingeniería y Tecnología. Posee publicaciones en diversos congresos tanto nacionales como internacionales y desarrollos de software. En la actualidad es investigador asociado del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE: CONICET-UNR).
ORCID: 0000-0001-7112-5116
- P.S. San Martín** es Doctora en Humanidades y Artes por la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Miembro de la Carrera de Investigador Científico y Tecnológico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina), categoría Principal. Vicedirectora del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE: CONICET-UNR). Profesora Titular ordinaria de la Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario (UNR). Docente- Investigadora categoría I (UNR). Su especialidad de Investigación, Desarrollo e Innovación se centra en las Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a Educación. Ha dirigido programas, proyectos y tesis doctorales, investigadores, becarios doctorales y posdoctorales donde se fue construyendo el marco teórico-metodológico sobre los dispositivos hipermediales dinámicos para investigación, educación y ciudadanía.
ORCID: 0000-0001-7543-045X