

**PROGRAMA 348
COMISIÓN DE EVALUACIÓN INTERNA Y ACREDITACIÓN
ACREDITACIÓN DE NUEVAS CARRERAS INGENIERÍA COMPUTACIÓN**

**Informe de Avance sobre Planes de Mejoras
Diciembre 2020**

**Comisión de Carreras de Computación
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República**

1. Introducción

En setiembre de 2019 la Universidad de la República realizó una convocatoria para la financiación de planes de mejora y autoevaluación de carreras en el marco del Sistema de Acreditación Regional de Carreras del Mercosur (ARCU-SUR). El Plan 97 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de Ingeniería (Fing), Universidad de la República (Udelar), se presentó a dicho llamado para apoyar sus planes de mejora por el período 2019-2020. En este informe se resume los avances realizados, las líneas de trabajo abiertas y se realiza una breve rendición de gastos.

2. Planes de Mejora

Los planes de mejora se definieron en torno a las siguientes acciones generales que contuvieron actividades concretas que se fueron ajustando a lo largo de su ejecución:

(A1) Adquisición y mantenimiento de infraestructura informática.

Refiere a la adquisición de PCs (vía licitación) para la renovación y ampliación de los puestos de trabajo para estudiantes de la carrera.

(A2) Relevamiento de datos estadísticos para la toma de decisiones.

Refiere al relevamiento y análisis de datos para cubrir necesidades puntuales como la identificación de factores negativos para el avance de los estudiantes en la carrera y la revisión de previas de unidades curriculares obligatorias.

(A3) Ajustes curriculares al Plan de Estudios.

Refiere al ajuste curricular para cubrir necesidades puntuales como la adaptación y creación de contenidos curriculares que sean más específicos o interesantes para la carrera, la evaluación de estrategias alternativas para atacar problemas de avance de los estudiantes, por ejemplo: bimestralización de cursos, el ajustes y difusión de trayectorias sugeridas y la adaptación de objetivos de aprendizaje de unidades curriculares.

3. Avances y Acciones Pendientes

A continuación, se presentan los avances y acciones pendientes para cada una de las acciones generales propuestas.

(A1) Adquisición y mantenimiento de infraestructura informática.

En diciembre de 2019 se compraron 58 (cincuenta y ocho) PCs, para renovar los laboratorios de PCs de enseñanza con sistema operativo Linux. Con fondos adicionales de la Comisión Sectorial de Enseñanza de Udelar, conseguidos por decanato, se compraron 20 (veinte) PCs más. Entre ambos, con 78 PCs nuevos, se logró renovar las salas 401 y 402, fundamentales para la carrera de Computación (que son sus usuarios casi exclusivos). El mantenimiento de la infraestructura informática es una necesidad continua.

(A2) Relevamiento de datos estadísticos para la toma de decisiones.

1. Apoyo al análisis del sistema de indicadores de Claustro.

Se colaboró con la UEFI y el Claustro en la evaluación del sistema de indicadores y, en particular, del informe elaborado que permitirá una sistematización de los indicadores y un análisis cuantitativo de los datos por parte de la Comisión de Carrera.

2. Análisis de cupos en unidades curriculares avanzadas.

Se realizó un análisis pormenorizado e informe con el objetivo de poner en contexto la situación de las unidades curriculares de las carreras de computación (Licenciatura e Ingeniería) y analizar los potenciales problemas relacionados a la existencia de cupos. El informe fue enviado a Comisión de Carrera y Comisión Académica de Grado (CAG). Se informa que la carrera de Ingeniería en Computación solo tiene cupos en unidades curriculares optativas y tenemos evidencia de que en ningún caso representan un obstáculo para el avance del estudiante (tienen suficientes créditos libres como para hacer la carrera, incluso con diversas optativas). Sin embargo, plantea un obstáculo para la proyección de la carrera hacia tener definidos perfiles temáticos, al igual que tiene la Licenciatura en Computación, e incluso para permitir a los estudiantes actuales seguir perfilándose libremente en lo que ellos consideren necesario o interesante. El problema es principalmente presupuestal, ya que, para eliminar completamente los cupos, son necesarios más recursos docentes que puedan integrarse al trabajo de las unidades curriculares optativas.

3. Encuesta a egresados.

Se realizó una encuesta a egresados de computación, entre los días 1 de junio y 20 de agosto de 2020, con el objetivo de conocer diferentes aspectos de los egresados, desde información estadística de la población encuestada, hasta su opinión particular con respecto a fortalezas y debilidades de la carrera. La encuesta fue respondida por 383 egresados, de los cuales 314 son egresados del Plan 97 (20 % del total de egresados; 1532 a la fecha de cierre de la encuesta según Bedelía) y 69 de egresados de planes anteriores. El informe final fue aprobado por Comisión de Carrera y difundido entre interesados.

4. Encuesta a estudiantes.

Se realizó una encuesta a estudiantes de computación, entre los días 31 de agosto y 31 de octubre de 2020, con el objetivo de conocer desde información estadística de la población encuestada, hasta la opinión de los estudiantes sobre fortalezas y debilidades de la carrera. La encuesta fue respondida por 762 estudiantes, un 19% de los estudiantes activos de la carrera, lo que significa entre un 28% y un 40% de la población objetivo de la encuesta. El informe final se encuentra en fase de redacción.

(A3) Ajustes curriculares al Plan de Estudios.

1. Nuevos cursos.

Se elaboró y realizó un dictado experimental del curso Taller de Introducción a la Computación (TIC¹) que posee características propedéuticas. El objetivo general es que el estudiante que recién ingresa a la carrera identifique conceptos fundamentales de la computación, reconozca las características principales de su carrera y protagonistas, y experimente métodos y herramientas para la resolución de problemas computacionales. Se realizó un informe de evaluación que fue aprobado por Comisión de Carrera y enviado al Inco a los efectos de evaluar su futuro dictado. Debido a la dimensión de la población de ingreso, se necesitan fondos para sostener la propuesta.

Además, se comenzó con la elaboración de un curso denominado Métodos Experimentales en Computación (MEC), los cuales son de uso amplio, desde el cálculo de desempeño de algoritmos, hasta la evaluación de tecnologías, aunque la formación básica en dichos métodos es muy pobre y dispersa en diferentes unidades curriculares. Se espera poder realizar un dictado experimental durante 2021.

2. Bi-semestralización de cursos.

Se apoyó la contratación de un docente para el dictado a contra-semestre del curso de Sistemas Operativos (durante el 2do semestre 2020). Esta unidad curricular ha sido identificada como cuello de botella, incrementando considerablemente su matrícula en los últimos años. Las primeras experiencias con el curso a contra-semestre, el cual tiene una modalidad especial destinada a recursantes, ha obtenido resultados promisorios.

3. Ajustes generales.

a. Espacio web de la carrera: actualización y difusión.

Se rediseñó por completo el espacio web de la carrera a través del EVA², se reorganizó la información existente y se actualizó su contenido. La migración a EVA facilita el mantenimiento del espacio, así como favorece la difusión de información a través del foro. No obstante, es necesario reforzar la importancia de matricularse al espacio, ya que actualmente hay solo 522 estudiantes matriculados, lo que restringe la comunicación.

¹ Taller de Introducción a la Computación (TIC). <https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=1398>

² Carreras de Computación. <https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=800>

b. Ajustes y difusión de trayectorias sugeridas y grafo de previas.

Se actualizó la trayectoria sugerida y grafo de previas de referencia, lo que no se hacía desde hacía algunos años a pesar de existir cambios considerables, por ejemplo: los cambios en los cursos de Cálculo y Administración General para Ingenieros. Los documentos actualizados fueron publicados en EVA.

c. Actualización de perfiles de Licenciatura en Computación.

Se aprobó una versión actualizada de los perfiles de Ingeniería de Software, Sistemas de Información e Inteligencia Artificial. Además, se aprobó un nuevo perfil sobre Computación Gráfica. Se está trabajando en la definición de perfiles de Ciencia de Datos, Computación Científica y Sistemas Empresariales.

d. Materiales de difusión (Libro + presentación + póster).

Junto con la Unidad de Comunicación se elaboró un video de presentación de la carrera, pensado para estudiantes que recién ingresan. También se elaboró una presentación pensada para ser usada en la actividad introductoria y se está trabajando en la elaboración de un póster con características similares. Además, se está trabajando en la elaboración de una guía digital para la carrera, tanto para interesados en ingresar a la carrera como para estudiantes que recién ingresan.

e. Actualización de unidades curriculares de la carrera.

Se identificaron unidades curriculares dictadas en Fing de interés para la carrera pero que no forman parte de su currícula. Resta dialogar con los institutos responsables de su dictado sobre la forma más conveniente de incluirlas a la carrera y hacer efectiva esta inclusión.

Por otro lado, se modificaron los programas de Pasantía, Módulo de Taller, Módulo de Extensión y Actividad Integradora de Licenciatura y definición de procedimientos más sencillos de aprobación, coordinados con Bedelía. También se realizó una adecuación de previas en los cursos de Programación 3, Programación 4 y Sistemas Operativos, acorde a las necesidades existentes actualmente. Finalmente, se iniciaron discusiones entre Comisión Académica de Licenciatura y Comisión de Proyectos de Grado para unificar criterios.

4. Identificación de acciones de mejora

Además de las acciones anteriores, hay otras que fueron postergadas o detectadas durante la ejecución de las actividades y a través del proceso de autoevaluación de la carrera. Además, en paralelo al proceso de autoevaluación y acreditación, se ha venido trabajando en una propuesta de nuevos planes de estudio. Esta propuesta contempla tres niveles: el estructural de la carrera, el curricular, relacionado a contenidos específicos y organización de dichos contenidos, y el metodológico, relacionado con aspectos metodológicos de las unidades curriculares. A continuación, se hace una lista no exhaustiva de nuevas acciones de mejora identificadas.

- **Nuevos planes.** En términos generales, se necesita trabajar en la implementación de los nuevos planes que implican cambios fundamentales en la definición de perfiles de egreso de las carreras, en independizar sus condiciones de ingreso (actualmente la inscripción a Licenciatura requiere el título de Analista), redefinición y reorganización de unidades curriculares en semestres, entre otros aspectos.
- **Adaptación de objetivos de aprendizaje de unidades curriculares.** Desde el Claustro se ha trabajado en una propuesta de adaptación de objetivos de aprendizaje, entre otras cosas, para vincularlos con los niveles de aprobación y exoneración de un curso. En la carrera hemos planteado el armado de un Taller de Diseño Instruccional, en conjunto con UEFI, para revisar objetivos de unidades curriculares de la carrera.
- **Oferta de contenidos curriculares.** Como parte de la encuesta de docentes, se identificaron necesidades de formación en gestión/administración, aspectos comerciales y, principalmente, emprendimiento, aspectos no contemplados específicamente en el perfil de egreso del plan de estudios. Así mismo, existen necesidades de fortalecimiento de la formación en ciencia de datos, aspectos del desarrollo profesional del ingeniero y habilidades transversales. Es razonable analizar en qué medida la carrera podría abordarlos, o al menos generar las conexiones necesarias para que puedan ser desarrollados a posteriori.
- **Revisión de previas de unidades curriculares obligatorias.** Siguiendo con la adecuación de previas referida en el punto A3.3e, se identifica la necesidad de realizar un proceso de identificación de potenciales adaptaciones, tanto para cumplir con requisitos actuales de las unidades curriculares, como con el objetivo de flexibilizar razonablemente el sistema de previas.
- **Identificación de unidades curriculares que sean cuellos de botella.** Existe una identificación preliminar de algunas unidades curriculares que representan un obstáculo para muchos estudiantes: (a) unidades curriculares del primer año de la carrera, considerando tanto las matemáticas como Programación 1, (b) Lógica, y (c) la cadena de Arquitectura de Sistemas, Sistemas Operativos y Redes de Computadoras. No obstante, no existe un análisis pormenorizado de las causas. A priori se identifica que el problema es multicausal, sobre todo en (a) y hay factores que no se identifican claramente en (c). No obstante, particularmente en (a) y (b), la masividad y la razón estudiante/docente son factores determinantes.
- **Fundamentos matemáticos para computación.** Un cuello de botella identificado en los últimos tiempos está relacionado específicamente con Probabilidad y Estadística. Es un área de trabajo que se ha vuelto fundamental para el desarrollo de diversos aspectos de la informática (ej: métodos experimentales para la evaluación de algoritmos, inteligencia artificial, robótica, investigación operativa). Esto requiere que los estudiantes se formen específicamente en temas, y con un perfil, que la unidad curricular no tiene hoy día. Para ello sería necesario la reestructura del curso o la elaboración de una versión especial del mismo, la cual podría ser de interés también de otras carreras como Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Sistemas de Comunicación. Sin esta reestructura, existen ciertas limitaciones actuales para la mejora y profundización temática de la carrera. Así mismo, a través del proceso de autoevaluación, se identificó la

necesidad de rever las bases de matemática discreta y lógica provistas por la carrera, lo que requerirá seguramente de elaborar nuevos programas para las unidades curriculares existentes.

- **Análisis sobre carga lectiva en semestres.** La implementación actual de la carrera presenta algunos semestres cargados excesivamente, lo que lleva a plantearnos de qué forma se pueden adaptar para favorecer el avance de los estudiantes. Esto implica también realizar un estudio de los créditos definidos para todas las unidades curriculares para determinar si son acordes o deben ser ajustados. Se incluyó una pregunta al respecto en la encuesta de estudiantes como para tener un primer acercamiento al problema.
- **Accesibilidad de materiales.** El problema de accesibilidad de materiales de estudio involucra, al menos, dos aspectos: la disponibilidad de los materiales y la facilidad de acceso a sus contenidos. Hay iniciativas que permiten atacar de muy buena manera ambos aspectos. No obstante, la disponibilidad de libros en inglés presenta un obstáculo en el acceso a los contenidos (según datos de DGPlan, un 25% de estudiantes de FING no lee en inglés). Creemos que la solución al problema no pasa por usar materiales exclusivamente en español, ya que, de hecho, la mejor y más actualizada bibliografía (al menos para Computación) se edita en inglés. La solución ideal es aumentar las capacidades de los estudiantes en lecto-escritura del inglés, a los efectos de que no sea un obstáculo para sus estudios ni tampoco en su desarrollo profesional posterior, lo que debe ser una política institucional. Localmente podemos explorar paliativos como utilizar bibliografía complementaria en español que acerque a un tratamiento de los temas aún sin tener un hilo conductor unificado ni tener el foco más adecuado para un curso, o la implementación de tutorías estudiantiles en la tónica de la Tutoría entre Pares, etc.
- **Sinergia con el medio.** También como resultado de la encuesta de docentes, se identificó la necesidad de analizar mecanismos para fortalecer la sinergia con el medio, tanto para aprovechar el conocimiento y experiencia de los egresados como para el establecimiento de objetivos comunes de formación y desarrollo de la computación en el país.

5. Rendición de Gastos

La convocatoria financió un monto máximo de \$U 2:000.000. Este monto fue destinado principalmente a la adquisición y mantenimiento de infraestructura informática y a la extensión horaria y/o contrato de docentes para trabajar en las diferentes acciones descritas en la sección anterior.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de gastos y su relación con las acciones concretas. Todas las acciones fueron reforzadas con la participación del director de carrera. Además, para algunas acciones se contó con el apoyo de la Unidad de Recursos Informáticos (A1), la Unidad de Enseñanza (A2.1), el Área de Comunicación de Fing (A3.3d) y de docentes del Instituto de Computación que colaboraron de forma honoraria, o como parte de su asignación docente (A3.1, A3.2).

Monto del llamado (en pesos)	2.000.000
(A1) Adquisición y mantenimiento de infraestructura informática	1.150.662
(A2.2 a A2.4, A3.3) Docente1 (RDC Gr2, 37hs INCO / mar-set)	199.294
(A3.1, A3.3) Docente2 (Extensión Gr. 2, 30 a 40hs INCO / jun-dic + RDC / dic)	242.420
(A3.1) Docente3 (Extensión Gr. 1, 30 a 40hs INCO / jun-dic)	144.337
(A3.1) Docente4 (Extensión Gr. 2, 20 a 30hs INCO / jun-dic)	125.730
(A3.2) Docente5 (Contratación Gr1, 20hs INCO / oct-mar'21)	133.061
TOTAL GASTADO	1.995.504

6. Conclusiones

La consecución de este plan permitió realizar mejoras valiosas para la carrera y reflexionar sobre su evolución en el mediano plazo. La diversidad de acciones realizadas en tan corto plazo y la extensa lista de acciones pendientes, descritas en la Sección 3, refleja la necesidad de contar con fondos propios para la carrera (cuenta exclusivamente con una compensación para su director de carrera y el apoyo administrativo de la secretaría del Instituto de Computación), e incrementar los presupuestos que se destinan a los institutos que participan principalmente en ella. Esto se debe a que hay acciones que pueden ser realizadas de forma local a los institutos, por ejemplo: mejoras en las unidades curriculares que dictan, aunque también son necesarios recursos para la identificación de problemas y ejecución de políticas globales, por ejemplo: la evaluación y ajustes al Plan de Estudio, el procesamiento de solicitudes administrativas como la validación de créditos y la viabilidad de atacar problemas generales como la alta desvinculación de estudiantes sin superar el primer año, la baja tasa de egreso y elevada duración de la carrera (8.45 años promedio en los últimos 10 años) que reflejan una peor situación en comparación con otras carreras de Fing.

En este marco, el presupuesto destinado directa e indirectamente a la carrera es un obstáculo para sostener un plan de mejoras sistemático. Esto se debe en gran medida a las dimensiones que tiene la carrera, siendo la 11va carrera en ingresos de Udelar (de 122 carreras)³ y representando más del 40% de los estudiantes activos de Fing (poco más de 4000 estudiantes a marzo 2019⁴), teniendo aproximadamente 3 y 4 veces más estudiantes que las dos carreras que la siguen (Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Civil, respectivamente⁵).

A pesar de esta situación, existe un fuerte apoyo de los diferentes involucrados a la carrera a los efectos de viabilizar su mejora. Esto se refleja en las acciones actuales tendientes a la propuesta de un nuevo Plan de Estudios que trae aparejado grandes cambios curriculares y metodológicos.

Diciembre de 2020
Comisión de Carreras de Computación

³ Dirección General de Planeamiento. Estudiantes de Grado. Infografía de Ingreso a Carrera. <https://planeamiento.udelar.edu.uy/estudiantes/estudiantes-de-grado>

⁴ Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería. Indicadores de Seguimiento del Plan Estudios. Ingeniería en Computación 2008-2018.

⁵ Facultad de Ingeniería. Memorias Vivas. <https://www.fing.edu.uy/memorias-vivas>