

Curso Inicial de Matemática

Mayo 2018

La propuesta que sigue surge de varias reuniones entre docentes del IMERL e integrantes de la comisión de Enseñanza del CEI, utilizando como base el documento anterior sobre el curso. Los docentes del IMERL fueron Dalia Artenstein y Paola Bermolen. Los estudiantes fueron Paula Martínez y Gonzalo Toth. Los principales cambios se encuentran en la sección "Población objetivo". En esta sección se incluye además de la propuesta algunos comentarios que ayudan a entender el contexto de la misma.

Antecedentes y Justificación

Visto la resolución de la comisión de Instituto del IMERL de fecha 27/3/17 y la resolución del Consejo (Exp. N.º 061110-000215-17) que entre otros puntos resuelve: "Apoyar la implementación de actividades de nivelación al ingreso y consolidar las de difusión en la educación media", se conformó un grupo de trabajo en el IMERL que presenta la siguiente propuesta.

Esta propuesta apunta a atender las dificultades de los estudiantes ingresantes a Facultad para completar en los tiempos previstos los cursos de Matemática de primer año. La problemática que se pretende atender es compleja, común a otras instituciones terciarias del mundo, y ha sido relevada y analizada en la literatura (el reciente documento "El Problema de la Matemática, elaborado por Heber Enrich en el marco de la comisión de actividades de enseñanza del Claustro incluye varias referencias útiles). En Facultad, los fenómenos de rezago en la primera etapa de los estudios han sido identificados y cuantificados en diversos trabajos de la Unidad de Enseñanza (ver <https://www.fing.edu.uy/uefi/investigacion/publicaciones>) y guardan cierta relación con la situación de los estudiantes al ingreso evaluada según los diagnósticos iniciales que la Facultad aplica sistemáticamente (Herramienta Diagnóstica al Ingreso-HDI). Diferentes cursos de nivelación han sido ensayadas por diversas universidades, tal como se describe en el mencionado artículo de H. Enrich mostrando desempeños dispares. Atendiendo a las recomendaciones que allí se hacen en materia de tomar medidas que contribuyan a la retención, se sugiere adoptar una organización del aula y una selección de actividades que estimulen el trabajo grupal y favorezcan el vínculo entre estudiantes, entre estudiantes y docentes, y entre los estudiantes y la Institución. También se entiende pertinente incluir en el diseño otros factores, diferentes del desarrollo de competencias en la disciplina, que inciden en la autonomía de los estudiantes y, por tanto, afectan a su desempeño académico y retención.

En cualquier caso, no es de esperar que la aplicación de esta propuesta por sí sola resuelva el problema, por lo que debe ser vista como un paso más en su atención, que incorpore a su consideración una nueva herramienta cuyas fortalezas y debilidades deberán ser evaluadas, sujeta a una evolución guiada por la experiencia de su aplicación, que se coordine además con una batería de acciones coherentes. En este sentido, la creación de un Curso de Matemática Inicial aparece como una medida que cae dentro de la órbita de decisión de la Facultad y que apunta a adaptar su oferta educativa a la realidad de la población que recibe. Pero al mismo tiempo, la Facultad debería sostener las políticas de acercamiento con Enseñanza Media, tanto a nivel de autoridades, como de equipos docentes y de propuesta de actividades para los estudiantes (ejemplos como MÖEBIUS, Talleres de Matemática del Pedeciba, Ingeniería de Muestra, etc.) y profundizar la

incorporación de conocimiento sobre su población estudiantil a la toma de decisiones acerca de la organización de sus actividades de enseñanza.

Nuestro contexto particular

Aunque la problemática del ingreso no es exclusiva de nuestra Facultad ni de nuestro país, nos interesa en esta sección considerar algunos detalles particulares de nuestro contexto, que ilustran acerca de algunas de las exigencias que representa para nuestros estudiantes el tránsito desde la Enseñanza Media. Tomamos como insumo para esta sección los objetivos explícitos de los programas actuales de matemática de sexto año de ingeniería y la especificación de algunos estilos de trabajo.

El programa de Matemática I declara: "El estudio del análisis matemático en esta etapa del Bachillerato pretende encontrar un equilibrio adecuado entre los contenidos matemáticos a aprender y el desarrollo cognitivo del estudiante... (Douady, 1986). Se propone modificar las relaciones anteriores entre teoría y práctica, pasando de dos cursos separados, uno de teórico y otro de práctico, en general con pocos vínculos entre sí a un curso único, con un programa organizado en torno a un teórico con niveles de formalización reducidos y accesibles a los estudiantes y aplicando esa teoría a situaciones problemáticas y actividades diversas. Lo que se propone no es un trabajo exclusivamente intuitivo y experimental, a partir de conclusiones que se admiten como válidas se justifican otras, dando prioridad en las actividades al significado de los conceptos matemáticos y no a su aplicación reiterada y sin fundamentos. No se descartan las definiciones formales y el uso de cuantificadores cuando el nivel cognitivo de los estudiantes lo permita, pero ese no será el eje central del trabajo áulico."

Encontramos en primer lugar una diferencia en la organización de los cursos. Al ingresar a la Facultad el estudiante encontrará una organización en cursos teóricos acompañados de prácticos, que demandará de su parte un esfuerzo mayor de integración de la información. Estos cursos se desarrollan además en contextos de masividad, en general muy diferentes de los que el estudiante ha vivido en la Enseñanza Media. El programa de secundaria sugiere además aproximaciones de enseñanza activa, de corte constructivista, en las que se propone al estudiante una reconstrucción de significados a partir de situaciones problemáticas. Este estilo también tiene diferencia con el predominante en los cursos de Facultad, que presuponen un estudiante capaz de vincular con su experiencia previa y asimilar los conceptos que se presentan en los cursos teóricos, para su posterior aplicación en el práctico.

En cuanto a los objetivos, en los cursos de Facultad están determinados por lo que se considera requisito para el desempeño en cursos posteriores, cuyos contenidos están fijados por las necesidades de formación requeridas por una profesión cognitivamente demandante, como es la Ingeniería. En particular, se pretende alcanzar niveles elevados de formalización del conocimiento Matemático, que permita controlar la validez de resultados cuando se aplica en contextos que requieren movilizar conceptos matemáticos sofisticados.

Consideraciones similares pueden hacerse en relación a los enunciados contenidos en los Programas de Matemática I y II de Tercer año de bachillerato, diversificación científica opción físico-matemática, que también contienen referencias explícitas a adaptar los objetivos a la realidad de los estudiantes y a menores niveles de formalización. *"El programa va dirigido a estudiantes que realizaron la Opción Físico-Matemática y*

muestran interés por el área científica; el curso de Geometría pretende seguir profundizando en los métodos de trabajo de la geometría sintética y de la analítica ya comenzados en cursos anteriores. Entre los posibles contenidos se realizó una selección que pueda ser efectivamente enseñada en el tiempo disponible.

En esta etapa se pretende enfrentar al alumno con un método de trabajo más riguroso que el realizado en cursos anteriores, fomentando una participación activa en la resolución de problemas donde se estimulará la experimentación y elaboración de conjeturas ¹. Se deberá procurar que la actividad de validar y/o demostrar proposiciones, sea el resultado del trabajo de cada estudiante, evitando la memorización y repetición rutinaria.

La demostración debe considerarse en un sentido amplio, el énfasis debe estar en la argumentación más que en el rigor y en los detalles. La demostración en este sentido no puede ser tratada de una vez en un curso, los alumnos deben vivirla a lo largo de todo el currículum. Razonar, argumentar y justificar las afirmaciones debe formar parte del trabajo en el aula (Tommy Dreyfus). La demostración debe ser considerada por los docentes y los estudiantes como un instrumento de validación y comunicación de producciones matemáticas (Davis y Hersch)."

En este sentido, entendemos que la Facultad debe mantener objetivos de profundidad en la formación básica, manteniendo los objetivos de contextualización de la formación Matemática que se enuncian en los programas de Bachillerato y aspirando a mayores niveles de formalización, contemplando la situación de diferentes colectivos de estudiantes no a través de la relajación de sus objetivos, sino de la construcción de propuestas educativas y trayectos que los vuelvan alcanzables para todos nuestros estudiantes.

Propuesta trayecto alternativo

Se propone entonces un trayecto alternativo con el objetivo de preparar mejor a los estudiantes para afrontar los cursos iniciales de matemática de nivel terciario. En particular se propone la creación de un nuevo curso semestral denominado "Matemática Inicial" (MI) .

Objetivos generales:

El curso tiene como objetivo principal el cubrir aspectos necesarios para transitar con éxito los cursos de matemática del ciclo básico, que se constata no están presentes en muchos de los estudiantes que ingresan a la Facultad. De este modo se espera que quienes realicen este curso logren aprobar los cursos de Cálculo 1 (C1) y Geometría y Álgebra Lineal 1 (Gal 1) en un período menor al requerido actualmente. Se lograría además tener de manera más clara y precisa cuáles son las habilidades y conocimientos que posee un estudiante que está cursando C1 y Gal 1. Al día de hoy la diversidad de habilidades y conocimientos previos es tan grande que los cursos parecen destinados a un estudiante promedio inexistente. Creemos que esto va a beneficiar ampliamente a estos cursos.

Como orientación para determinar hacia que habilidades, estrategias y contenidos en relación a la disciplina apuntará el curso tomamos algunos de los ítems desarrollados en el documento titulado "Características deseables del estudiante al ingreso a la Fac. De Ingeniería" (documento elaborado a pedido de la comisión Coordinadora del Proyecto Institucional "Proyectos Conjuntos con ANEP"), separando las habilidades y estrategias de los contenidos:

¹ Se eliminó una expresión redundante en la frase del texto original.

- Características deseables/ Habilidades y estrategias:

- desarrollar el lenguaje y simbolismo para comunicar ideas matemáticas: expresar ideas matemáticas oralmente y por escrito, comprender textos en los que hay sustento matemático,
- desarrollar habilidades lógicas: algún nivel de formulación y prueba de conjeturas, construcción de contraejemplos, seguimiento de argumentos lógicos, juzgamiento de su validez, capacidad de abstracción, construcción de argumentos y pruebas de afirmaciones matemáticas sencillas. Cierta habilidad en el manejo de los conceptos de directo, recíproco, contrarrecíproco, contraejemplo, ind. completa, análisis de casos, cuantificadores,
- comprender la estructura de la teoría matemática: comprender cómo a partir de conceptos primitivos y axiomas se desarrolla la estructura matemática y cómo se encadenan los conceptos en dicha estructura; debe comprenderse a algún nivel la noción de teorema como verdad demostrada en forma independiente de la veracidad de las hipótesis,
- aplicar el proceso del modelado matemático a situaciones del mundo real, encontrar y aplicar estrategias para resolver problemas, así como argumentar sobre su validez y pertinencia.

Aunque el foco de la propuesta no estará en los contenidos específicos a continuación ejemplificamos algunos de los contenidos que estarán en la base del curso:

- Características deseables/ Contenidos específicos:

- Conjuntos, relaciones. Números naturales. Inducción, divisibilidad, combinatoria. Números racionales.
- Funciones: biyectividad, composición, inversa. Funciones potencial, exponencial, trigonométricas e inversas.
- Ecuaciones, inecuaciones, sistemas de ecuaciones lineales. Geometría sintética en el plano y el espacio: recta, plano, movimientos, semejanzas.
- Geometría analítica con un enfoque vectorial: ecuaciones de la recta, cónicas.
- Elementos de probabilidades y estadística.
- Cálculo diferencial e integral de funciones de una variable: números reales, sucesiones, límite, continuidad, derivada, integral y teoremas relativos.
- Número complejo.

Comentario: hay acuerdo con los objetivos generales del curso aunque se entiende necesario avanzar en la definición y concreción de los contenidos del mismo.

Objetivos específicos del curso:

Entre los contenidos específicos del curso, incluimos:

- desarrollo del lenguaje y simbolismo para comunicar ideas matemáticas,
- comprensión de textos matemáticos,
- razonamiento lógico-formal,
- manejo sólido de la teoría básica de conjuntos,
- manejo fluido de la operatividad, ecuaciones, inecuaciones, etc.

También consideramos adecuado incluir explícitamente entre los contenidos específicos del curso el desarrollo de algunas competencias transversales relevantes para el desempeño en futuros cursos de la carrera, tanto de Matemática como de otras disciplinas, y en la vida profesional:

- desarrollo de habilidades metacognitivas y de autorregulación,
- desarrollo de la capacidad de trabajo en equipo, incluyendo las habilidades de escuchar y comunicar constructivamente,
- desarrollo de hábitos de responsabilidad individual y colectiva por los aprendizajes.

Población objetivo:

Se discutió bastante sobre quién debería ser el público objetivo. Por un lado los estudiantes consideran que dado el carácter experimental del curso propuesto, el mismo no debería ser obligatorio para los estudiantes. Entienden además que si desde la facultad se brinda un mensaje claro hacia los estudiantes que ingresan, estos van a optar por realizar el curso de MI aún cuando no sea obligatorio. Los docentes por otro lado entendemos que este curso por un lado requiere un esfuerzo enorme en recursos y que está planteado para ser de alta dedicación y que por tanto se debe contar con el compromiso total del estudiante. Buscando contemplar ambas posturas se llegó a la siguiente propuesta:

- Los estudiantes deberán rendir la prueba antes planteada al ingreso. Para la misma se proporcionará material adecuado y se realizará la preparación ya planificada (ver comentarios abajo). Los estudiantes estarán en conocimiento de que esta prueba no es un mero trámite sino que será la base para la recomendación del trayecto a seguir. Esto deberá ser transmitido de forma contundente desde todos los componentes de la Institución.
- A los estudiantes que aprueben dicha prueba, se les indicará el trayecto usual.
- A los estudiantes que no aprueben se les inscribirá por defecto en el curso de Matemática Inicial y se abrirá un período donde estos podrán borrarse del curso de MI e inscribirse en los cursos del trayecto usual. Una vez inscriptos, deberán exonerar o aprobar el examen del curso para poder cursar Cálculo Dif. e Int. en una Variable (C1V). Sobre el punto correspondiente al tema previas voiveremos más adelante.

De este modo, el curso de MI será opcional pero con una fuerte recomendación de hacerlo. Además nos permitirá tener un grupo de control para la hora de la evaluación de la propuesta (estudiantes que no habiendo aprobado la prueba no realizaron el curso de MI).

Respecto a la prueba, entendemos que si cada estudiante debe preparar la prueba por sí mismo, no sería justo con aquellos estudiantes que vienen peor preparados o que no puedan costearse tal preparación. Por lo tanto el IMERL brindará un curso que servirá de preparación para dicha prueba de tres semanas de duración (comenzando a mediados de febrero; y en julio). Todos los potenciales ingresantes podrán participar de dicha actividad siendo ésta de carácter opcional.

También se discutió que otros cursos podrían ser tomados en simultáneo con el curso de MI. En un principio se considero que ningún curso de matemática del primer semestre pudiera ser cursado al mismo tiempo. En este nuevo contexto de opcionalidad, se entiende que podría cursarse MI y Gal 1 al mismo tiempo. Es necesario conocer la opinión del Instituto de Física respecto a si se podría cursar Física 1 al mismo tiempo o no. También se podrán realizar en simultáneo talleres como Tallerine.

En conclusión, el curso de MI sería previa del curso de C1V (la previa sería como hasta ahora, curso a curso y examen a examen).

Se sugiere además que no sea posible el recursado de esta asignatura. El estudiante tendría la opción de ganar el curso, exonerar, o de salvar el examen (en dos instancias, si contamos con un período de exámenes más la prueba que se realizará a los que ingresen durante el segundo semestre). A aquellos estudiantes que no logren aprobar el curso y por tanto no puedan cursar C1V se les propondrá un plan de trabajo individual (con énfasis en aquellos aspectos donde no obtuvo buenos resultados) de modo de lograr la ganancia del curso y/o la aprobación del mismo de modo de poder avanzar en la carrera. De todos modos, entendemos que la no aprobación del curso de MI, sería reflejo de un nivel muy alejado del mínimo necesario para un avance en la carrera.

Por otro lado se analizaron cómo serían los trayectos hacia adelante con la incorporación del curso de MI, es decir si podían generarse semestres "vacíos". Luego de mirar en detalle las carreras de agrimensura e ingeniería civil concluimos que se pueden cursar al menos 3 asignaturas cada semestre de las propuestas por la currícula si se hace el curso de matemática inicial dejando aproximadamente, luego de terminado el sexto semestre, 4 asignaturas pendientes de las propuestas en la currícula sugerida. Finalmente respecto a los créditos, los estudiantes proponen que el curso de MI no otorgue créditos. En este punto, no hay acuerdo. Los docentes consideramos que deberían otorgarse una cierta cantidad de créditos y que esa misma cantidad sea asignada a quienes aprobaron directamente la prueba. De todos modos entendemos que este punto podría ser dirimido en ámbitos como la COPE o el Consejo.

Características particulares:

El curso de Matemática Inicial (MI) tendrá algunas características propias diferentes de los cursos regulares. Será de asistencia obligatoria con una carga horaria de 2hs por día 4 veces por semana. Los encuentros tendrán un enfoque didáctico teórico-práctico con participación activa de los estudiantes, organización del

aula en equipos de trabajo y un uso intensivo de la plataforma EVA que proveerá a los estudiantes de recursos para su trabajo autónomo. Las evaluaciones serán continuas y diversas (entrega de ejercicios, cuestionarios en el EVA, trabajos grupales, etc.). El método de aprobación será el mismo que el de los cursos regulares de matemática, pudiendo obtenerse la exoneración total del curso o rindiendo examen en los períodos reglamentarios. El examen será esencialmente equivalente a la prueba realizada al principio de cada semestre.

Es importante volver a señalar que la participación del estudiante en este curso será clave y que esperamos que el docente sea realmente un guía en el proceso y no un mero expositor. Los temas a tratar en el curso serán conocidos por los estudiantes por lo que se pretende evitar una repetición oral de los mismos. En este sentido, se planificarán actividades concretas a través de las cuales los estudiantes consoliden lo visto anteriormente, identifiquen sus carencias y las superen. Es de esperar que el avance sea muy dispar entre los estudiantes, lo que implica un trabajo extra de los docentes en tratar de guiar a cada estudiante (o grupo de estudiantes similares) a su propio ritmo y en los temas que así lo requieran.

Se incluirá explícitamente el trabajo sobre las competencias transversales que figuran en los objetivos, a través de instancia específicas de tipo taller y del diseño de actividades para el aula que las pongan en juego.

Este curso servirá además como experiencia en una metodología de enseñanza diferente y sus resultados podrán ser utilizados como insumo para plantear modificaciones en el resto de los cursos de matemática.

Comentarios:

- Dado el carácter de asistencia obligatoria, es necesario asegurar todas las franjas horarias (incluyendo el horario nocturno).
- También es esencial no reproducir las condiciones de masividad de otros cursos de primer año. La prueba debería tener un margen de flexibilidad para definir un número total de estudiantes abarcables con la relación de dos docentes cada 100 estudiantes.
- Al incluir la opcionalidad del curso, los números son aún más variables.

Implementación y recursos:

El éxito de la propuesta mencionada dependerá fuertemente de la correcta preparación de la mencionada prueba (incluyendo las tres semanas de preparación) y el curso propiamente dicho. Debido a los tiempos requeridos para dicha implementación, proponemos que el primer curso de MI se dicte en el segundo semestre del 2019 dedicando el resto del 2018 y el primer semestre del 2019 a la planificación de dichos cursos así como a la recopilación, evaluación y elaboración de materiales acordes a la propuesta. Siendo este último aspecto de vital importancia, ya que se intentará incorporar ejercicios vinculados con los temas de las diferentes ingenierías, así como actividades específicas para los diferentes temas.

Por lo tanto, la primera prueba se tomaría a los ingresantes del segundo semestre en el mes de julio. En este caso además tenemos un conjunto más reducido de estudiantes que permiten una primera evaluación de la propuesta en un contexto más acotado.

Para el cálculo de los recursos docentes y de la financiación de esta actividad definimos como unidad a un grupo de cien estudiantes con dos docentes a cargo (un grado 2 DT o mas y un grado 1 o 2). Para el segundo semestre del 2019, se estiman dos unidades (200 estudiantes aproximadamente), durante cuatro meses para el curso de MI (contando que algunos estudiantes que no hayan aprobado C1 y Gal 1 lo puedan cursar). Además se necesitará una unidad durante un mes de julio (para cubrir la preparación y corrección de la prueba). En estado de régimen, estimamos que tendríamos unas 8 unidades en el primer semestre (800 estudiantes).

Dada las características propuestas para este curso es claro que será necesario un equipo docente comprometido con el mismo y en particular con sus objetivos. Esto se traduce en la necesidad de recursos financieros frescos para poder asumir estas nuevas responsabilidades.

Recursos docentes:

Los docentes que participen de este curso deben asumir las características particulares del mismo mencionadas anteriormente. Los recursos docentes se proveerán de las siguientes maneras:

- extensiones horarias a docentes del IMERL, se hará un llamado interno a interesados en participar del curso (de este modo no se resiente el resto de las tareas de enseñanza del instituto).
- nuevos llamados específicos para cubrir este curso por el período que dure el mismo, en estos llamados se valorarán los títulos y experiencia docente también en el sistema de educación media.
- extensiones a docentes de otros institutos.

Evaluación de la propuesta:

El primer indicador evidente será el número de estudiantes que aprueben el curso. Sin embargo este curso no es un fin en sí mismo por lo tanto, la propuesta será exitosa si se logra que los estudiantes transiten de manera más eficiente el primer año de la facultad.

Algunos indicadores específicos en este sentido pueden ser, para los estudiantes que hayan realizado el curso de MI:

- número de estudiantes que pierden, aprueban o exoneran el curso de C1 / Gal 1, en el curso inmediato posterior;
- número de estudiantes que salvan el examen de C1 / Gal 1 en el primer período de exámenes,
- número de estudiantes que salvan el examen de C1 / Gal 1 en alguno de los tres períodos de exámenes siguientes a cursar,
- número de estudiantes que recursan C1 / Gal 1,

- tiempo, en meses, que toma al estudiante completar los primeros 45 créditos (correspondientes al primer año),
- en caso de ser posible analizar niveles de deserción (con la definición actual es posible que haya que esperar al final de los tres años para tener datos correspondientes a la primer generación de MI).

Estos números deberán ser comparados, con datos de estudiantes anteriores a la presente propuesta así como también con los datos que corresponden a estudiantes que hayan exonerado el curso de MI. Se suma ahora el grupo de control formado por los estudiantes que no aprobaron la prueba pero deciden no realizar el curso de MI.

Hay otros indicadores de carácter cualitativo que refieren a:

- compromiso y motivación de los estudiantes con el curso y con su aprendizaje,
- la visión que puedan tener los mismos sobre la metodología propuesta,
- generación de sentimiento de pertenencia con la institución, etc.

La evaluación de estos aspectos, podrán incluir tanto encuestas como entrevistas personales.

Está prevista en el armado del curso, designar a un docente ya sea de la Unidad de Enseñanza y/o del IMERL para llevar registro y realizar análisis de estos datos. En especial es fundamental la ayuda de especialistas en el área de la enseñanza para evaluar los indicadores de carácter cualitativo mencionados anteriormente.