

## Matemáticas

*Javier Trejos Zelaya\**

*Coordinador de los trabajos del grupo de Matemáticas*

**E**l trabajo de los participantes en la carrera de Matemática se organizó según los lineamientos generales del proyecto y por lo reducido del grupo se acordó que todos trabajaríamos en los cuatro ejes.

Los participantes del grupo fueron:

- Antonio Aguilar (U. Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México)
- María Elena González López (U. de Aguascalientes, México)
- Bertha Alicia Madrid (U. Iberoamericana, México)
- Patricia Martínez Moreno (U. Autónoma de Nuevo León, México)
- Eduardo Miranda (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México)
- Cesar Octavio Monzón (C.U. Norte, U. de Guadalajara, México)
- María do Rosário Pinto (U. de Porto, Portugal)
- Benjamín Ramírez (C.U. Norte, U. de Guadalajara, México)
- Josué Ramírez (U. Veracruzana, México)
- José Sierra (U. del Magdalena, Colombia)
- José Manuel Tovar (Instituto Politécnico Nacional, México)
- Virginia Normal Vera (U. Nacional de Cuyo, Argentina)
- Javier Trejos (U. de Costa Rica)

---

\* Director del Centro de Investigación en Matemáticas Puras y Aplicadas de la Universidad de Costa Rica; editor de la Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones, Costa Rica.

En los primeros meses, mediante una participación activa, se recopiló la información de cada universidad y se puso a disposición de todos los participantes del proyecto, para lo cual se hizo uso de las plantillas diseñadas para este fin.

Esa información inicial fue tabulada y se observó que —con excepción de la Universidad de Porto— las carreras de matemática no habían pasado por procesos de Evaluación y Acreditación, y que ninguna estaba descrita en términos de competencias profesionales. Sin embargo, varias de ellas sí utilizaban el sistema de créditos académicos. Tampoco estaba sistematizada la formación para la innovación, pero sí la formación para la investigación en matemática, lo cual se hacía generalmente al final de la carrera al preparar el estudiante su defensa de tesis de licenciatura.

En un inicio, también se discutió un poco sobre lo que debíamos entender por una carrera de matemática, ya que la misma puede ir desde puntos de vista muy teóricos, llamados “matemática pura”, hasta puntos de vista muy prácticos, a veces llamados “matemática aplicada” (con el caso específico de la estadística y el actuariado), pasando por lo que se entiende por la formación de profesores de secundaria (llamado en algunos países “enseñanza de la matemática” y en otros “matemática educativa”).

De cualquier manera, decidimos describir las tres carreras principales en matemáticas antes mencionadas.

Luego de la segunda reunión en Cartagena, se hizo el experimento de medir realmente el número de horas que emplean los estudiantes en un curso estándar de cálculo diferencial e integral, pudiendo verse que en ocasiones los planes de estudios sobrevaloran el creditaje real de este tipo de cursos. También se hizo un trabajo con grupos focales, el cual permitió esclarecer muchos aspectos que perciben profesores, estudiantes, egresados y empleadores sobre nuestras carreras.

Por otro lado, también se describieron tres carreras de la Universidad de Costa Rica en términos de los créditos SICA: matemática, enseñanza de la matemática y actuariado. En el Anexo A se presenta el ejercicio realizado. Así mismo, tanto para la Universidad de Costa Rica como para el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO, México) se elaboró el Complemento al Título CAT. En el Anexo B se presenta el primero de estos documentos.

Sobre el eje de Evaluación y Acreditación, se definieron indicadores para la mayoría de las variables de los siete referentes comunes, faltando únicamente para el referente “Organización, administración, gestión y políticas institucionales”. En el Anexo C se presenta un cuadro comparativo con la información proporcionada por las instituciones participantes.

En cuanto a las competencias profesionales, se describieron tres carreras:

- Matemática Pura
- Matemática Educativa
- Matemática Aplicada

Más adelante se puede ver los detalles de estas descripciones. En el Anexo D se presenta un documento muy completo sobre el enfoque que está implementando el ITESO.

Finalmente, en cuanto a las competencias para la investigación y la innovación, se pudo constatar que la mayoría de las universidades han trabajado poco en este sentido. Sin embargo, se pueden destacar dos experiencias valiosas:

- En la Universidad de Guadalajara (México) se ha incorporado a estudiantes en diversos proyectos de investigación para que desarrollen habilidades investigativas.
- En la Universidad de Costa Rica también se ha incorporado a estudiantes en proyectos, en un caso, para el desarrollo de simulaciones y cálculos computacionales, y en otro, en un proyecto de consultoría a la Bolsa Nacional de Valores, lo que llevó a la contratación del estudiante una vez concluido el proyecto.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en el grupo en competencias profesionales y en evaluación y acreditación de programas.

## Competencias Profesionales Carrera de Matemática Pura <sup>1</sup>

<b>FUNCIÓN 1. Investigación</b> (Competencia específica – Competencia transversal)			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
<p>Situación 1.1 Estudio de problemas abiertos en matemática</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de referencias bibliográficas (libros, artículos, referencias electrónicas, ponencias en congresos y seminarios, ...) de reciente publicación</li> <li>• Organizar y participar en seminarios de investigación con especialistas de la misma área</li> <li>• Dedicar tiempo de manera cotidiana para pensar, realizar cálculos y/o probar resultados</li> <li>• Intercambiar ideas vía Internet con colegas de otras instituciones</li> <li>• Trabajar con investigadores visitantes, o realizar pasantías en el exterior, para desarrollar investigación conjunta e intercambiar ideas</li> <li>• Realizar arbitrajes de artículos, libros o proyectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a las referencias bibliográficas (biblioteca, adquisición de libros y revistas, ...)</li> <li>• En su centro de trabajo debe organizarse un seminario regular de investigación</li> <li>• Disponer de una oficina y materiales</li> <li>• Disponer de computador y acceso a Internet</li> <li>• Disponer de la visita de investigadores visitantes; tener la posibilidad de hacer pasantías en el extranjero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólida formación en las áreas fundamentales de la matemática: Análisis, Álgebra, Topología, Geometría, Análisis Funcional, Integración, Variable Compleja, Probabilidad, Estadística, Optimización y Análisis Numérico, principalmente</li> <li>• La publicación de artículos y ponencias originales sobre resultados de la investigación</li> <li>• Demostración de propiedades matemática a partir de los axiomas, las definiciones y los teoremas existentes en un campo de la matemática, mediante el uso de diferentes técnicas de demostración</li> </ul>

<sup>1</sup> Generalmente, se llama solamente “Matemática” a esta carrera, pero hemos puesto “Matemática Pura” para diferenciarla de “Matemática Aplicada” y de “Matemática Educativa”.

Situaciones	Acciones	Contexto o condición de realización	Criterios de ejecución
Situación 1.2 Formación de recursos humanos en investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección de tesis de licenciatura, maestría y doctorado</li> <li>• Participar en exámenes profesionales y tribunales (sinodales) de defensa de tesis de grado y postgrado</li> <li>• Participar en el arbitraje de tesis profesionales de grado y postgrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poseer planes de estudio que contemplen la elaboración de una tesis de licenciatura, maestría y doctorado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defensa de tesis de licenciatura, maestría y doctorado</li> </ul>
<b>Situación 1.3:</b> Difusión del conocimiento creado durante la investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistir a congresos y reuniones internacionales en su área para presentar ponencias y escuchar las de otros especialistas</li> <li>• Redacción de artículos para ser sometidos a publicación en revistas científicas especializadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La organización de eventos internacionales especializados en áreas de las matemáticas</li> <li>• Someter a publicación trabajos para ser evaluados por pares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de los comprobantes de asistencia a los eventos internacionales</li> <li>• Presentación de los artículos ya publicados</li> <li>• Emplear software para edición de textos matemáticos</li> </ul>

<b>FUNCIÓN 2. Enseñanza y docencia</b> (Competencia genérica <sup>2</sup> )			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Situación 2.1 Docencia universitaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartir cursos universitarios para estudiantes de la carrera de matemáticas</li> <li>• Impartir cursos universitarios para estudiantes de otras carreras (ingenierías, ciencias económicas, ciencias sociales, ciencias médicas, etc.)</li> <li>• Tener capacidad de detectar en los estudiantes el nivel de desarrollo intelectual, inquietudes, motivaciones y las principales dificultades que encuentran en el aprendizaje</li> <li>• Diseñar planes curriculares adecuados para los diferentes niveles educativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartición de cursos a nivel universitario</li> <li>• Integración de comisiones curriculares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener capacidad de comunicación oral y escrita, que le permitan transmitir conocimientos matemáticos de una manera eficaz y eficiente, principalmente dentro del aula con sus alumnos y/o colegas</li> <li>• Conocimientos matemáticos más sólidos, principalmente dirigidos hacia los referidos en los niveles medio y superior</li> <li>• Conocimientos de las diversas corrientes de pensamiento en la Educación Matemática que proporcionen elementos teóricos y metodológicos para ser incorporados en las prácticas docente</li> <li>• Dominar al menos un conjunto de elementos teóricos en Didáctica de las Matemáticas o de alguna de las didácticas específicas, que puedan ser incorporados de una manera consciente en la práctica docente en la planeación de actividades, de evaluaciones, etc.</li> <li>• Manejar software existente que sea útil en el ámbito de la Matemática Educativa</li> <li>• Conocimientos de la Filosofía y la Historia de las Matemáticas que permitan comprender el carácter cambiante que han tenido las Matemáticas, su evolución en tanto producto humano y social, así como la importancia de su consideración dentro de la planeación de cursos de Matemáticas</li> <li>• Conocimiento de las aplicaciones del saber matemático del nivel que imparte.</li> </ul>

<sup>2</sup> A pesar de que esta competencia es genérica para todas las carreras, hemos considerado incorporarla ya que la mayoría de los egresados en Matemáticas, en América Latina, se dedican a labores docentes en las universidades.

Situaciones	Acciones	Contexto o condición de realización	Criterios de ejecución
Situación 2.2 Formación continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar en cursos y seminarios de formación continua para profesionales, en tanto que docente</li> <li>• Diseñar cursos y seminarios de formación continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación universidad-sector externo, ofreciendo formación continua para profesionales y trabajadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las necesidades del sector externo, para cursos de actualización con contenido matemático</li> </ul>
Situación 2.3 Administración de un centro de enseñanza o de investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de labores administrativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al ocupar un cargo administrativo: dirección de un departamento, de una carrera, un centro u otro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener a su cargo personal subalterno con distintas ocupaciones administrativas: secretarías, asistentes, conserjes, etc.</li> <li>• Decidir sobre situaciones administrativas de los estudiantes: admisión a planes de estudios, resolución de apelaciones o conflictos, etc.</li> <li>• Decidir sobre situaciones administrativas en el contexto del manejo de un presupuesto</li> <li>• Decidir sobre la compra de equipo de laboratorio y material bibliográfico</li> </ul>

## Competencias profesionales Carrera de Matemática Aplicada

<b>FUNCIÓN 1. Modelación matemática (Competencia específica)</b>			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Situación 1.1 Análisis de datos	Analizar vastos conjuntos de datos	Interacción con profesionales de otras disciplinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de técnicas de análisis multivariado de datos y de los paquetes computacionales respectivos</li> <li>• Programación de técnicas de análisis multivariado de datos originales cuando se requiera en un análisis en que las técnicas clásicas no permitan explicar un fenómeno</li> <li>• Programación de técnicas originales de análisis multivariado de datos cuando se requiera en un análisis en que las técnicas clásicas no permitan explicar un fenómeno</li> <li>• Realizar la interpretación de los resultados</li> </ul>

<b>FUNCIÓN 1. Modelación matemática (cont...)</b>			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Situación 1.2 Modelación	a) Planteamiento de modelos biomatemáticos	Trabajo conjunto con biólogos, físicos, médicos, agrónomos, meteorólogos, químicos, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de los modelos de ecuaciones diferenciales que describen un fenómeno biológico, químico o físico</li> <li>• Planteamiento de los modelos probabilísticos que describen un fenómeno biológico, químico o físico</li> <li>• Planteamiento de índices de calidad y salud de suelos para cultivos</li> <li>• Redactar un reporte sucinto que explique el problema a modelar, las escogencias hechas, el proceso llevado a cabo y los resultados obtenidos</li> <li>• Ser capaz de explicar brevemente y ante un público de no especialistas en matemáticas, el trabajo de modelación realizado</li> </ul>
	b) Experimentación sobre modelos propuestos, con el fin de validar las ideas	Planteamiento del protocolo de experimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de un experimento de validación (diseño del algoritmo, programación, ejecución)</li> <li>• Elaboración de un reporte con los detalles de la experimentación y los resultados obtenidos</li> </ul>

<b>FUNCIÓN 1. Modelación matemática (cont...)</b>			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Situación 1.3 Optimización	Desarrollo de modelos que permitan optimizar recursos	Trabajo conjunto con empresarios o industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de las variables y parámetros que describen el problema</li> <li>• Planteamiento de la función objetivo</li> <li>• Plantear ajuste al problema para acercarse mejor al problema real</li> <li>• Elaboración de un reporte con los detalles de la implementación y los resultados obtenidos</li> </ul>
Situación 1.4 Simulación	Desarrollo de experimentos de simulación	Simular acciones en diversos campos: ingenierías, economía, procesos biológicos, procesos químicos, procesos físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar eficientemente una simulación de un proceso de la vida real</li> <li>• Plantear un experimento de simulación, con sus factores y sus niveles</li> <li>• Ajustar los parámetros de simulación con el fin de acercarse lo mejor posible al contexto real que se quiere simular</li> <li>• Programar o utilizar paquetería para llevar a cabo la simulación</li> </ul>

<b>FUNCIÓN 2. Matemática actuarial (Competencia específica)</b>			
<b>Situaciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Situación 2.1 Cálculo actuarial	1. Modelación en seguros	Trabajo en empresas o instituciones de seguros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de primas para seguros de vida, de accidentes, de incendio, etc.</li> <li>• Estimación de tiempo de vida</li> <li>• Elaboración de tablas de vida</li> </ul>
	2. Modelación en seguridad social	Trabajo en instituciones de seguridad social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de tiempo de vida</li> <li>• Elaboración de tablas de vida</li> <li>• Cálculo de montos de pensiones</li> <li>• Elaboración de planes de retiro y pensiones</li> </ul>
	3. Modelación en banca	Trabajo en instituciones bancarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de modelos para asignación de créditos</li> <li>• Cálculo del valor en riesgo de un instrumento o una institución</li> <li>• Análisis de riesgo</li> </ul>
	4. Modelación en finanzas	Trabajo en instituciones financieras o bursátiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de modelos que expliquen el comportamiento de los instrumentos financieros</li> <li>• Experimentación para probar los modelos propuestos</li> </ul>

## Competencias profesionales Carrera de Matemática Educativa

Competencia 1. Enseñanza y docencia (Competencia genérica)			
Funciones	Acciones	Contexto o condición de realización	Criterios de ejecución
Enseñanza: Niveles Medio superior y Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Detectar en los estudiantes el nivel de desarrollo intelectual, inquietudes, motivaciones y las principales dificultades que encuentran en el aprendizaje</li> <li>● Utilizar los conocimientos adquiridos y los métodos de la investigación y la enseñanza, para proponer reformas curriculares adecuadas en los diferentes niveles educativos</li> <li>● Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática de manera que generen propuestas innovadoras, viables y de calidad a la problemática de la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas que enfrentan las instituciones educativas</li> <li>● Contribuir a la transformación de las prácticas educativas tradicionales de enseñanza de la matemática, a través del diseño e implementación de alternativas didácticas sobre la base de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Impartir cursos a nivel medio superior y/o superior</li> <li>● Integración de comisiones curriculares</li> <li>● Incorporación a la práctica docente de elementos teóricos y/o metodológicos de alguna(s) de la(s) diversas corrientes de pensamiento en la Educación Matemática</li> <li>● Desarrollar textos y/o prácticas docentes</li> <li>● Desarrollar e implementar prácticas educativas adecuadas al nivel de enseñanza</li> <li>● Incorporación de elementos tecnológicos a la práctica docente</li> <li>● Adecuar y diseñar contenidos de cursos de Matemáticas en contexto al nivel de enseñanza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacidad de comunicación oral y escrita para transmitir conocimientos matemáticos de una manera eficaz y eficiente principalmente dentro del aula con sus alumnos y/o colegas</li> <li>● Conocimientos personales matemáticos más sólidos</li> <li>● Conocimientos de las diversas corrientes de pensamiento en la Educación Matemática que proporcionen elementos teóricos y metodológicos para ser incorporados en las prácticas docente</li> <li>● Dominar al menos un conjunto de elementos teóricos en Didáctica de las Matemáticas o de alguna de las didácticas específicas, que puedan ser incorporados de una manera consciente en la práctica docente en la planeación de actividades, de evaluaciones, etc.</li> <li>● Manejar software existente útil en el</li> </ul>

<b>Competencia 1. Enseñanza y docencia (cont...)</b>			
<b>Funciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
	<p>incorporación de los avances científicos y tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Promover la producción de textos de calidad</li> <li>● Abordar la problemática de la Educación Matemática mediante el uso de las tecnologías emergentes</li> </ul>		<p>ámbito de la Matemática Educativa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tener conocimientos adecuados y suficientes de los procesos de diseño curricular y de toma de decisiones educativas en el campo de la enseñanza de las Matemáticas</li> <li>● Conocimientos de la Filosofía y la Historia de las Matemáticas que permita comprender el carácter cambiante que han tenido las Matemáticas, su evolución en tanto producto humano y social, así como la importancia de su consideración dentro de la planeación de cursos de Matemáticas</li> <li>● Conocimiento de las aplicaciones del saber matemático del nivel que imparte</li> </ul>

<b>Competencia 2. Investigación en Matemática Educativa (Competencia específica)</b>			
<b>Funciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Estudio de problemas de la didáctica de la matemática	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisar referencias bibliográficas (libros, artículos, referencias electrónicas, ponencias en congresos y seminarios, ...) de reciente publicación</li> <li>● Participar y organizar seminarios de investigación con especialistas de la misma área</li> <li>● Intercambiar ideas con colegas de otras instituciones</li> <li>● Trabajar con investigadores visitantes, o realizar pasantías en el exterior, para desarrollar investigación conjunta e intercambiar ideas</li> <li>● Arbitrar artículos, libros o proyectos.</li> <li>● Diseñar metodologías didácticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Escribir y difundir ensayos, resúmenes, etc., respecto a las referencias bibliográficas, ponencias en congresos, artículos de investigación, etc.</li> <li>● Criticar y/o proponer cambios, en su caso y en sentido constructivo, propuestas educativas</li> <li>● Organizar seminarios de investigación en el sitio de trabajo</li> <li>● Disponer de estudiantes en el aula para poder realizar las pruebas metodológicas que se diseñen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fundamentar la enseñanza con el conocimiento de las bases de la mayor parte de las áreas de la matemática: Análisis y Cálculo, Álgebra, Geometría, Probabilidad, Estadística</li> <li>● Conocer y entender algunas de las tendencias modernas de la Didáctica de la Matemática</li> <li>● Publicar artículos y ponencias originales sobre resultados de la investigación</li> <li>● Realizar experimentos sobre propuestas, haciendo evaluaciones cuantitativas y cualitativas que fundamenten las pruebas</li> </ul>

<b>Competencia 3. Difusión de conocimiento en Matemática Educativa (Competencia genérica)</b>			
<b>Funciones</b>	<b>Acciones</b>	<b>Contexto o condición de realización</b>	<b>Criterios de ejecución</b>
Difusión del conocimiento creado durante la investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Presentar ponencias en congresos y reuniones internacionales en su área Escuchar y evaluar ponencias de otros especialistas.</li> <li>● Redactar artículos para ser sometidos a publicación en revistas científicas especializadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La organización de eventos internacionales especializados.</li> <li>● Someter a publicación trabajos para ser evaluados por pares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Asistencia y presentación de ponencias en los eventos.</li> <li>● Presentación de los artículos ya publicados</li> </ul>

## Indicadores de Evaluación y Acreditación de la Carrera de Matemática

### *Indicadores por referente común*

Referente común		Posibles indicadores
1. Docentes	1.1 Mecanismos y políticas de selección de los docentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección mediante convocatoria abierta o concurso público de méritos</li> <li>• Criterios de selección públicos y transparentes</li> <li>• Perfil acorde con la profesión</li> </ul>
	1.2 Sistemas de permanencia y promoción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión periódica del desempeño académico</li> <li>• Existencia de normatividad para la permanencia y la promoción</li> <li>• Difusión del sistema de permanencia y promoción</li> </ul>
	1.3 Política de remuneraciones, incluyendo otros estímulos y reconocimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntaje al trabajo académico que influye en remuneración</li> <li>• Crecimiento salarial por antigüedad</li> <li>• Existencia de complementos o estímulos salariales basados en trabajo académico</li> </ul>
	1.4 Nivel de formación de los mismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción de docentes con grado doctoral</li> <li>• Proporción de docentes con grado de Maestría</li> <li>• Número de trabajos publicados / número de profesores</li> <li>• Existencia de planes de formación en docencia</li> </ul>
	1.5 Dedicación a la enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de horas por semana dedicadas a proyectos de investigación, extensión o innovación / Número de horas por semana dedicadas a la docencia</li> <li>• Número de horas por semana dedicadas a la gestión académica</li> </ul>

Referente común		Posibles indicadores
<b>2. Alumnos</b>	2.1 características socioeconómicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidad de la procedencia socioeconómica de los alumnos</li> </ul>
	2.2 Capacidades al ingreso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de una normatividad de ingreso</li> <li>• Existencia de un examen de admisión por conocimientos</li> <li>• Existencia de un examen de admisión por aptitudes</li> </ul>
	2.3 Capacidades al momento del egreso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencias generales</li> <li>• Manejo del idioma materno</li> <li>• Manejo de un segundo idioma</li> <li>• Redacción de tesis o trabajo final</li> <li>• Defensa oral de tesis o trabajo final</li> <li>• Actividades culturales</li> <li>• Actividades deportivas</li> </ul>
	2.4 Desgranamiento y deserción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de alumnos que adquieren los créditos en el tiempo previsto</li> <li>• Porcentaje de alumnos que se titulan en el tiempo previsto</li> <li>• Porcentaje de deserción</li> </ul>
	2.5 Sistemas de evaluación de estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de normatividad de evaluación general</li> <li>• Periodicidad de las evaluaciones</li> </ul>
	2.6 Sistema de financiamiento, incluyendo apoyos extraordinarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de becas</li> <li>• Sistema de descuentos</li> <li>• Sistema de crédito o préstamo</li> <li>• Apoyo extraordinario en caso extremo</li> </ul>

Referente común		Posibles indicadores
<b>3. Egresados</b>	3.1 Número de egresados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción del número de egresados sobre número de admitidos</li> </ul>
	3.2 Tiempo real de duración de la carrera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo promedio de duración de la carrera (sobre tiempo previsto en el plan de estudios)</li> </ul>
	3.3 Conocimientos y competencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO APLICA</li> </ul>
	3.4 Inserción laboral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción de egresados terminales insertados en el mercado laboral en 1 año en el campo de la profesión</li> </ul>
	3.5 Seguimiento de egresados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción de egresados de los últimos 5 años insertados en el mercado laboral en el campo de la profesión</li> <li>• Proporción de egresados de los últimos 3 años que han seguido estudios de postgrado</li> </ul>
<b>4. Plan de estudios o estructura curricular</b>	4.1 Información básica explícita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objetivos</li> <li>• nivel</li> <li>• articulación con otros niveles</li> <li>• título</li> <li>• duración</li> <li>• competencias</li> <li>• existencia o no de sistema de créditos</li> <li>• carga horaria</li> <li>• perfil de egreso</li> </ul>
	4.2 Congruencia interna de la estructura curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de un mapa o malla curricular</li> <li>• Existencia de un perfil de egreso para cada eje de conocimiento</li> </ul>
	4.3 Diseño y actualización curricular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de revisión periódica del plan de estudios</li> </ul>
	4.4 Sistema de provisiones para el cumplimiento del plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditorías académicas</li> <li>• Tutorías y asesorías para los estudiantes</li> </ul>

Referente común		Posibles indicadores
<b>5. Proceso de enseñanza-aprendizaje</b>	5.1 Características de los cursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de cursos (teóricos, prácticos, seminarios)</li> <li>• Descripción de los cursos (objetivos, contenidos, bibliografía, cronograma, planeación, evaluación)</li> </ul>
	5.2 Actividades prácticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de talleres en el plan de estudios</li> <li>• Práctica de laboratorios en el plan de estudios</li> <li>• Realización de prácticas profesionales o pasantías en el plan de estudios</li> <li>• Asistencia a eventos académicos</li> <li>• Incorporación a la investigación temprana</li> </ul>
	5.3 Apoyatura material para los cursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de los recursos bibliográficos específicos</li> <li>• Existencia de recursos informáticos</li> </ul>
	5.4 Esquemas de evaluación intermedios y finales de carrera	YA CONTEMPLADO
<b>6. Organización, administración, gestión y políticas institucionales</b>	6.1 Características de los sistemas de evaluación de docentes	YA CONTEMPLADO
	Características de los sistemas de evaluación de estudiantes	•
	Características de los sistemas de evaluación de la malla curricular	•
	6.2 Adecuación de los programas a la misión, propósitos y metas de la institución	•
	6.3 Características del personal directivo, del administrativo y de apoyo	•

Referente común		Posibles indicadores
<b>7. Infraestructura</b>	7.1 Infraestructura de apoyo directo a los procesos de enseñanza aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de aulas suficientes para dictar las clases</li> <li>• Número de ejemplares en biblioteca sobre número de estudiantes</li> <li>• Posibilidad de bibliotecas electrónicas o virtuales</li> <li>• Número de suscripciones periódicas a revistas científica sobre número de profesores</li> </ul>
	7.2 Infraestructura de la institución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción de áreas verdes sobre superficie construida</li> <li>• Porcentaje de estudiantes con acceso directo a áreas deportivas</li> <li>• Existencia de planes de adecuación física no competitiva</li> <li>• Existencia de planes de emergencia</li> <li>• Existencia de planes de salud ocupacional</li> <li>• Existencia de planes de manejo de desechos líquidos y sólidos</li> </ul>

## Anexo A

### Ejercicio de conversión de los créditos de la Universidad de Costa Rica a créditos SICA

#### Bachillerato y Licenciatura en Matemática

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
I	EG-	Curso Integrado de Humanidades I	8		6	8.4
	EF-	Actividad Deportiva	2		0	0.0
	MA-0150	Principios de Matemática	5		4	5.6
	LM-1030	Inglés Intensivo I	6		4	5.6
		Repertorio			3	4.2
II	EG-	Curso Integrado de Humanidades II	8	Curso Integrado de Humanidades I	6	8.4
	MA-0250	Cálculo en una Variable I	5	MA-0150	4	5.6
	MA-0370	Geometría II	5		4	5.6
	CI-1010	Elementos de Computación	4		4	5.6
III	SR-	Seminario de Realidad Nacional I	2		2	2.8
	MA-0350	Cálculo en una Variable II	5	MA-0250	4	5.6
	MA-0360	Álgebra Lineal I	5	MA-0250	4	5.6
	OP	Optativa de otra disciplina			4	5.6
	CI-1101	Programación I	4	CI-1010/MA-0150	4	5.6

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
IV	SR-	Seminario de Realidad Nacional II	2	Seminario de Realidad Nacional I	2	2.8
	MA-0450	Cálculo en Varias Variables	5	MA-0350	4	5.6
	MA-0460	Álgebra Lineal II	5	MA-0360	4	5.6
	MA-0600	Seminario	4	MA-0350/MA-0360	4	5.6
	OP-	Optativa de otra disciplina			4	5.6
V	MA-0505	Análisis I	5	MA-0360/MA-0450	5	7.0
	MA-0561	Grupos y Anillos	5	MA-0350/MA-0460	5	7.0
	MA-0501	Análisis Numérico I	5	MA-0450/MA-0460/CI-1101	4	5.6
	OP-	Optativa de otra disciplina			4	5.6
VI	MA-0605	Análisis II	5	MA-0505	5	7.0
	MA-0660	Teoría de Galois	5	MA-0561	5	7.0
	MA-0455	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	5	MA-0460/MA-0450	5	7.0
	OP-	Optativa de otra disciplina			4	5.6
VII	MA-0702	Variable Compleja I	5	MA-0505	5	7.0
	MA-0704	Topología General I	5	MA-0505	5	7.0
	MA-0755	Ecuaciones Diferenciales Parciales	5	MA-0460/MA-0605	5	7.0
	EG-	Curso de Arte	3		2	2.8
VIII	MA-0840	Probabilidades	5	MA-0505	5	7.0
	MA-0860	Teoría de Módulos	5	MA-0561	5	7.0
	MA-0870	Geometría Diferencial	5	MA-0605/MA-0704	5	7.0

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
<b>Se obtiene el Bachillerato en Matemática, previa autorización de 300 horas de T.C.U.</b>						
IX	MA-0801	Análisis Numérico II	5	MA-0501	5	7.0
	MA-0703	Integración	5	MA-0704	5	7.0
	MA-0603	Álgebra IV	5	MA-0860	5	7.0
	MA-0900	Seminario	5	Autorización profesor/profesora consejero(a)	5	7.0
X	MA-0706	Análisis Funcional	5	MA-0704	5	7.0
	MA-	Optativa en Matemática	5	Autorización profesor/profesora consejero(a)	5	7.0
	TFG	Trabajo Final de Graduación				
<b>Se obtiene la Licenciatura en Matemática, previa aprobación del T.F.G.</b>						

Suma (Bach)	140	197
Suma (Lic)	30	42
<b>Total</b>	<b>170</b>	<b>239</b>

1 crédito SICA                      32 horas de trabajo  
 1 crédito UCR                      3 horas por semana  
 durante                              15 semanas  
 total                                  45 horas de trabajo

1 crédito SICA                      es igual a                      0.71                      créditos UCR  
 1 crédito UCR                      es igual a                      1.41                      créditos SICA

## Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de la Matemática

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
I	EG-	Curso Integrado de Humanidades I	8		6	8.4
	EF-	Actividad Deportiva	2		0	0.0
	MA-0150	Principios de Matemática	5		4	5.6
	MA-0270	Geometría I	5		4	5.6
	FD-0548	Introducción a la Pedagogía	4		3	4.2
II	EG-	Curso Integrado de Humanidades II	8	Curso Integrado de Humanidades I	6	8.4
	MA-0205	Álgebra y Análisis I	5	MA-0150	5	7.0
	MA-0175	Laboratorio de Matemática I	3	MA-0150	2	2.8
	OE-1103	Desarrollo y Aprendizaje en la Adolescencia	4	FD-0548	3	4.2
		Repertorio			3	4.2
III	MA-0275	Laboratorio de Matemática II	3	MA-0175	2	2.8
	MA-0304	Álgebra y Análisis II	5	MA-0205	5	7.0
	MA-0370	Geometría II	5	MA-0270	5	7.0
	FD-0152	Fundamentos de Didáctica	4	FD-0548/OE-1113	3	4.2
	FD-5051	Principios de Currículum	4	FD-0548/OE-1113	3	4.2

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
IV	MA-0540	Principios de Análisis I	5	MA-0304	5	7.0
	MA-0360	Álgebra Lineal I	5	MA-0304	4	5.6
	EA-0350	Taller de Material Didáctico y Medios Audiovisuales	4	FD-0152/FD-5051	3	4.2
	OE-0342	Principios de Evaluación y Medición Educativa	4	FD-0152/FD-5051	3	4.2
	EG-	Curso de Arte	3		2	2.8
V	MA-0421	Geometría Analítica	5	MA-0370	5	7.0
	MA-0550	Ecuaciones Diferenciales para Enseñanza	5	MA-0540	5	7.0
	FS-0226	Física para Enseñanza de la Matemática	5	MA-0540	4	5.6
	FD-0531	Metodología de la Enseñanza de la Matemática	4	EA-0350/OE-0342/MA-0304/MA-0370	3	4.2
	SR-	Seminario de Realidad Nacional I			2	2.8
VI	MA-0371	Álgebra para la Enseñanza	5	MA-0360	5	7.0
	MA-0372	Principios de Estadística Matemática	5	MA-0360	5	7.0
	FD-0541	Experiencia Docente en Matemática	8	FD-0531	6	8.4
<b>Se obtiene el Profesorado en Enseñanza de la Matemática, previa aprobación de 150 horas de T.C.U.</b>						

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
VII	MA-0420	Introducción a la Teoría de Números	5	MA-0304	4	5.6
	MA-0551	Principios de Análisis II	5	MA-0540	5	7.0
	OE-1012	Psicopedagogía del Adolescente	4	FD-0541	3	4.2
	FD-0544	Teoría de la Educación	4	FD-0541	3	4.2
	SR	Seminario de Realidad Nacional II		Seminario de Realidad Nacional I	2	2.8
VIII	MA-0552	Introducción a la Topología	5	MA-0551	5	7.0
	MA-0560	Computación y Métodos Numéricos	4	MA-0550	4	5.6
	FD-0555	Seminario Enseñanza de la Matemática	6	OE-1012/FD-0544	4	5.6
	FD-0545	Investigación para el Mejoramiento del Aprendizaje	4	FD-0544	3	4.2
<b>Se obtiene el Bachillerato en Enseñanza de la Matemática, previa aprobación de 300 horas de T.C.U.</b>						
IX	FD-5094	Curriculum en Matemática	4	FD 0545, FD 0555	4	5.6
	FD-5093	Lenguaje Matemático	4	FD 0545, FD 0555	4	5.6
	MA-0610	Introducción a la Variable Compleja	5	Ma 0552	5	7.0
	MA ---	Optativa en Matemática	5		5	7.0

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	HORAS	REQUISITOS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
X	FD-5095	Investigación en la Enseñanza de la Matemática	4	FD-5093, FD-5094	4	5.6
	FD-5096	Seminario de Enseñanza de la Matemática	4	FD-5093, FD-5094	4	5.6
	MA-0911	Historia de la Matemática	5	MA-0552	5	7.0
	MA ---	Optativa en Matemática	5		5	7.0
<b>Se obtiene la Licenciatura en Matemática, previa aprobación del T.F.G.</b>						

Suma (Prof)	106	149
Suma (Bach)	33	46
Suma (Lic)	36	51
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>246</b>

1 crédito SICA	32 horas de trabajo
1 crédito UCR	3 horas por semana
durante	15 semanas
total	45 horas de trabajo

1 crédito SICA	es igual a	0.71	créditos UCR
1 crédito UCR	es igual a	1.41	créditos SICA

## Bachillerato y Licenciatura en Ciencias Actuariales

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	REQUISITOS	CORREQUISITOS	HORAS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
I	EG-	Curso Integrado de Humanidades I			8	6	8.4
	EF-	Actividad Deportiva			2	0	0.0
	MA-0150	Principios de Matemática			5	4	5.6
	XE-0156	Introducción a la Economía			4	4	5.6
		Repertorio				3	4.2
II	EG-	Curso Integrado de Humanidades II	Curso Integrado de Humanidades I		8	6	8.4
	MA-0250	Cálculo en una Variable I	MA-0150		5	4	5.6
	CI-1010	Introducción a la Computación e Informática				4	5.6
	EG-	Curso de Arte			3	2	2.8
	SR-	Seminario de Realidad Nacional I			2	2	2.8
III	SR-	Seminario de Realidad Nacional II			2	2	2.8
	MA-0350	Cálculo en una Variable II	MA-0250		5	4	5.6
	MA-0360	Álgebra Lineal I	MA-0250		5	4	5.6
	CI-1101	Programación I	CI-1010		4	4	5.6
	XE-0160	Teoría Microeconómica	XE-0156		4	4	5.6

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	REQUISITOS	CORREQUISITOS	HORAS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
IV	F-5126	Introducción a la Etica Profesional			4	3	4.2
	MA-0450	Cálculo en Varias Variables	MA-0350		5	4	5.6
	MA-0460	Álgebra Lineal II	MA-0360		5	4	5.6
	CA-0201	Teoría de la Matemática del Interés	MA-0350		5	4	5.6
	CA-202	Herramientas de Cómputo para el Cálculo Actuarial	CI-1101		4	3	4.2
V	MA-0840	Probabilidad	MA-0450		5	5	7.0
	MA-0455	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	MA-0350		5	4	5.6
	MA-0505	Análisis I	MA-0360/MA-0450		5	5	7.0
	XE-0164	Teoría Macroeconómica I	XE-0160/MA-0231/MA-0150		4	4	5.6
VI	MA-0301	Matemática Actuarial I	MA-0840/MA-0455	CA-0302	5	4	5.6
	MA-0302	Laboratorio Actuarial I		CA-0301	3	3	4.2
	MA-0501	Análisis Numérico I	CI-1101/MA-0450/ MA-0455/MA-0460		5	4	5.6
							0.0
	AS-1133	Sociología Básica			3	3	4.2
	CA-0303	Estadística Actuarial			5	4	5.6

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	REQUISITOS	CORREQUISITOS	HORAS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
VII	CA-0401	Matemática Actuarial II	CA-0301	CA-0402/CA-0404	5	4	5.6
	CA-0402	Laboratorio Actuarial II	CA-0401		3	3	4.2
	CA-0403	Estadística Actuarial II	CA-0303		5	4	5.6
	CA-0404	Modelos Lineales	MA-0455		4	3	4.2
	PC-2010	Contabilidad Básica			PC-2011	4	3
	PC-2011	Laboratorio de Contabilidad Básica		PC-2010	2	1	1.4
VII	CA-0405	Matemáticas Actuariales	CA-0401		5	4	5.6
	CA-0406	Procesos Estocásticos y Series Temporales	CA-0402		5	5	7.0
	CA-0407	Práctica Actuarial I	CA-0404		6	3	4.2
	CA-0408	Análisis de Instrumentos de Inversión			5	4	5.6
	AS-5117	Historia de la Seguridad Social en Costa Rica			3	2	2.8
<b>Se obtiene el Bachillerato en Ciencias Actuariales, previa autorización de 300 horas de T.C.U.</b>							
IX	CA-0501	Regímenes de Pensiones		CA-0502	5	4	5.6
	CA-0502	Laboratorio de Actuarial III	CA-0405	CA-0501	3	3	4.2
	CA-0503	Modelos de Vida	MA-0405		5	4	5.6
	MA-0504	Introducción a la Optimización			5	4	5.6

CICLO	SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	REQUISITOS	CORREQUISITOS	HORAS	CRÉDITOS	CRÉDITOS SICA
X	CA-0505	Calibración de Tablas	CA-0502		5	4	5.6
	CA-0506	Análisis de Datos	CA-0402		5	4	5.6
	CA-0507	Teoría Actuarial de Números	CA-0402		5	4	5.6
	CA-0508	Práctica Actuarial II	CA-0404		10	4	5.6
	TFG-	Trabajo Final de Graduación					
<b>Se obtiene la Licenciatura en Ciencias Actuariales, previa aprobación del T.F.G.</b>							

Suma (Bach)	143	201
Suma (Lic)	31	34
<b>Total</b>	<b>174</b>	<b>235</b>

1 crédito SICA                      32 horas de trabajo  
 1 crédito UCR                      3 horas por semana  
 durante                              15 semanas  
 total                                    45 horas de trabajo

1 crédito SICA    es igual a            0.71      créditos UCR  
 1 crédito UCR    es igual a            1.41      créditos SICA



CATEGORÍA	ENCABEZAMIENTOS	OPCIONES
<b>4- Programa de estudios</b>	4.1 Duración del Programa 4.2 Tiempo de dedicación 4.3 Modalidad de estudio 4.4 Número total de créditos SICA 4.5 Datos particulares del programa 4.6 Lenguas de enseñanza 4.7 Aseguramiento de la calidad y/ o evaluación 4.8 Información adicional	Años: 5 Completo X parcial__ Presencial X A distancia__ Mixta__ 40 a 600 XXX URL del Programa <a href="http://www.emate.ucr.ac.cr/plan_matematica">http://www.emate.ucr.ac.cr/plan_matematica</a> Español X Inglés__ Portugués__ Francés__ Otros XXXXX Interna__ Si X No Externa__ SI__ No X ¿Por cuál organización? Centro de Evaluación Académica Fecha: día/ mes/ 2007
<b>5- Institución/ es</b>	5.1 Nombre de la institución que otorgó el título 5.2 Dirección postal y URL 5.3 Tipo de institución 5.4 Registro oficial 5.5 Acreditación de la institución	Universidad de Costa Rica Ciudad Universitaria Rodrigo Facio 2060 San José, Costa Rica <a href="http://ww.ucr.ac.cr">http://ww.ucr.ac.cr</a> Pública Registrada Constitución Política de la República de Costa Rica (1949), artículo 84. Fecha: 7/ noviembre/ 1949 Acreditada X Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES)
<b>6- Legalización del Complemento</b>	6.1 Nombre y firma de la persona que autoriza 6.2 Cargo 6.3 Nombre de la institución 6.4 Fecha 6.5 Sello oficial	Dra. Yamileth González García Rectora Universidad de Costa Rica día/ mes/ año sólo si se cuenta con copia impresa

## Anexo C

### Relatoría del eje de evaluación y acreditación Carrera de Matemáticas\*

En el eje de evaluación y acreditación de la Carrera de Matemáticas en la primera etapa se recabó la información que se muestra en la siguiente tabla:

País	Nombre de la Universidad	Nombre del Programa Académico	Duración del Programa	Eva. Interna	Eva. Externa	Gubernamental	Evaluada por
Costa Rica	Universidad de Costa Rica	Licenciatura en Matemáticas	10 semestres-hrs x perio 255	no	no	no	
México	Universidad A. de Nuevo León	Licenciatura en Matemáticas	9 semestres-hrs x perio 346	no	si	no	CIEES
México	Universidad Veracruzana	Licenciatura en Matemáticas	10 semestres-hrs x perio 370	no	si	si	CIEES
México	Instituto Politécnico Nacional	Licenciatura en Física y Matemáticas	8 semestres-hrs x perio 360	no	no	no	
Portugal	Universidade Do Porto	Licenciatura en Matemáticas	4 años – hrs x perio 25	si	si	no	
México	Universidad de Aguascalientes	Licenciatura en Matemáticas Aplicadas	10 semestres-hrs x perio 80		si		
México	Universidad de Guadalajara	Licenciatura en Matemáticas	2 semestres-hrs x perio 400	si	si	no	CIEES

\* Elaborado por Bertha Alicia Madrid Núñez, profesora de la Universidad Iberoamericana – Ciudad de México, México; relatora del eje de Evaluación y Acreditación del grupo de Matemáticas.

En la segunda etapa se hizo un análisis de los procesos de evaluación tanto externos como internos. En cuanto a las acreditaciones externas, se observa que en la mayoría de las instituciones no existe dicho proceso, ya sea porque no existe en el país o porque la institución no ha deseado ser acreditada. Así mismo, no todas las universidades cuentan con procesos de evaluación interna.

### Similitudes

INSUMOS	PROCESOS	PRODUCTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planta docente – docentes</li> <li>▪ Personal administrativo</li> <li>▪ Infraestructura</li> <li>▪ Estudiantes</li> <li>▪ Sitios de práctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estructura curricular</li> <li>▪ Procesos de evaluación del aprendizaje</li> <li>▪ Programas de investigación</li> <li>▪ Programas de extensión</li> <li>▪ Autoevaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Egresados y tipo de profesional</li> </ul>

### Diferencias

INSUMOS	PROCESOS	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluación prácticas docentes</li> <li>▪ Programas académicos</li> <li>▪ Programas de investigación</li> <li>▪ Programas de educación médica continuada</li> <li>▪ Evaluación de competencias</li> <li>▪ Marco legal</li> <li>▪ Plan de estudios</li> <li>▪ Personal directivo</li> <li>▪ Personal administrativo</li> <li>▪ Misión y proyecto institucional</li> <li>▪ Bienestar institucional</li> <li>▪ Egresados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluación de prácticas docentes</li> <li>▪ Comparación de programas académicos con estándares internacionales</li> <li>▪ Evaluación integral de la investigación</li> <li>▪ Acreditación de programas de extensión</li> <li>▪ Programa de seguimiento a egresados.</li> <li>▪ Evaluación clima organizacional</li> <li>▪ Programa de seguimiento a egresados</li> <li>▪ Procesos de ambientalización</li> <li>▪ Evaluación del personal docente</li> <li>▪ Procesos académicos</li> <li>▪ Asuntos profesoriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lecciones aprendidas en el proceso</li> <li>▪ Mejoría de la calidad de los programas</li> <li>▪ Estandarización de programas</li> <li>▪ Incremento movilidad estudiantil</li> <li>▪ Indicadores de rendimiento escolar</li> <li>▪ Satisfacción de estudiantes</li> <li>▪ Satisfacción de egresados</li> <li>▪ Opinión de empleados</li> </ul>

## Anexo D

### Proyecto: Competencias en los cursos de Matemáticas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)

*Eduardo Miranda Montoya,  
Araceli García Gómez,  
José Orozco González Aréchiga,  
Pedro Ramírez Rivera\**

#### Introducción

El propósito de este documento es compartir la experiencia de la universidad ITESO en un proyecto inicial que busca identificar y relacionar las competencias de las carreras de Ingeniería que están sustentadas en competencias del área de matemáticas y física. En la fase inicial se trabaja con las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Química.

A su vez, este trabajo está enmarcado en la intersección de dos proyectos: externamente a la universidad, en el Proyecto 6x4 UEALC e internamente en un proyecto que busca identificar y relacionar el conjunto de competencias y la relación entre ellas que caracterizan la formación del Ingeniero en Electrónica e Ingeniero Químico en el ITESO.

El modelo educativo basado en competencias supone un perfil para el egresado con un conjunto articulado de competencias profesionales que le permitirán un desempeño exitoso (pertinente, eficaz y eficiente) en la atención y resolución de los problemas más comunes en el campo de su profesión.

Desde esta perspectiva, la competencia se demuestra en la acción o ejecución, y para poder evaluar la adquisición y el grado de dominio de la competencia es necesario contar con variables observables y criterios de valoración.

---

\* Profesores del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, ITESO, Jalisco, México.

De inicio en el Proyecto 6x4 se decidió determinar las competencias de cada profesión a partir del perfil de egreso (como punto de partida)<sup>1</sup> usando el enfoque funcional, buscando determinar las funciones y situaciones típicas del campo profesional al que generalmente se incorporan los profesionistas en la sociedad (se decidió por este enfoque porque se consideró que las funciones distinguen al profesional, expresan el papel que tiene y lo que se espera de él en la sociedad). Tales funciones deberían ser expresadas en términos de las acciones y contexto o condiciones de realización para llevarlas a cabo. La metodología anterior supone un claro proceso de síntesis en el que, partiendo del perfil de egreso se llegan a determinar las competencias que lo sustentan.

Una metodología alterna<sup>2</sup> podría ser una en la que el proceso se diera de manera inversa, en donde a partir de las asignaturas de un mapa curricular dado, se deducen cuáles son las competencias que se están trabajando en cada una de esas asignaturas y sus relaciones (mapeo). Esta metodología supone un proceso de análisis, partiendo de lo ya se tiene diseñado y operando, para ver que es lo que produce.

El asunto no es tan sencillo como parece ya que la determinación y mapeo de las competencias y sus interrelaciones, tiene su complejidad ya que guardan entre sí, relaciones multidimensionales.

La aplicación de ambas metodologías sería más adecuada para identificar competencias que no están sustentadas adecuadamente y competencias sin funciones útiles para las profesiones.

En este contexto, se decidió comenzar trabajando con la metodología A las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Química, ya que son dos las carreras que forman parte de Proyecto 6x4, para posteriormente, una vez probada la metodología, se haga el trabajo con el resto de carreras que tiene el ITESO (23 más).

---

<sup>1</sup> Metodología A

<sup>2</sup> Metodología B

## Proyecto Inicial

Identificación de las competencias de las carreras de Ingeniería que están sustentadas en competencias del área de matemáticas.

### A) *Introducción*

Como se mencionó anteriormente, usando el enfoque funcional y tomando como punto de partida las competencias que debe tener un estudiante al egresar de cada una de las carreras de Ingeniería y de Administración del ITESO, el proyecto busca identificar y describir de qué modo las competencias de las materias de matemáticas, de esas carreras, respaldan las competencias deseadas por la carrera.

#### 1. *Los objetivos son:*

- Identificar las competencias que son requeridas por los perfiles de egreso de las carreras que necesitan de ellas
- Identificar las competencias que se desarrollan actualmente a través de los cursos de matemáticas en el ITESO
- Analizar la congruencia entre las competencias desarrolladas por los cursos de matemáticas y las requeridas por las carreras
- Construir las articulaciones necesarias entre tales competencias en el marco institucional educativo del ITESO
- Homologar terminologías y formatos de presentación de competencias con las del Proyecto 6x4

#### 2. *Para tales fines:*

- Se trabajará con los coordinadores de carrera y personas que han intervenido en las revisiones curriculares del ITESO de todas las carreras de Ingeniería, de Administración y el departamento de Matemáticas y Física para revisar los perfiles de egreso
- Se buscará homologar la terminología de competencias usada en el ITESO con la adoptada en el marco del 6x4, para poder implementar

los formatos diseñados en el 6x4 y describir las competencias deseadas en términos de conocimientos, habilidades, actitudes y evidencias de desempeño

### *3. Productos esperados:*

- Documentos con los referentes de las competencias deseables de matemáticas necesarias para cada una de las carreras señaladas
- Mapas curriculares de cada carrera
- Incorporación de estas competencias en los diseños de guías de aprendizaje de cada materia
- Propuestas para métodos de evaluación en términos del aprendizaje situado en cada una de las profesiones

### ***B) Fase inicial del proyecto***

En el inicio del proyecto se trabajará solamente con las carreras de Ingeniería Química y de Ingeniería Electrónica de la siguiente manera:

- 1.- Reunión inicial de los coordinadores de Matemáticas y Física con los coordinadores de Química y Electrónica (extendiendo la invitación a los jefes de departamento) con la finalidad de aclarar el nivel de los cursos de física y matemáticas necesario para esas carreras y que se supone fue planteado en la revisión curricular que dio por resultado los planes de estudio de 2004.
- 2.- Reunión con asesores de la Dirección General Académica (DGA) para pedir apoyo para los formatos de reuniones y diálogos.
- 3.- Revisión, por parte de los coordinadores del departamento de Matemáticas y Física (MAF) de los contenidos generales de los cursos del departamento para analizar cómo contribuyen a fortalecer las competencias requeridas.
- 4.- Inicio de diálogos, entre coordinadores de MAF, los de Química y de Electrónica y asesores de la DGA para analizar los productos de los puntos 1 y 3.
- 5.- Formulación de propuestas entre las partes involucradas que lleven a:

- Definir contenidos y enfoques (en cuanto a nivel de profundidad y formalidad) en las asignaturas de MAF
  - La supresión o ampliación (en su caso) de contenidos de las asignaturas
  - Establecer indicaciones o sugerencias en cuanto al uso de computadoras, software, calculadoras, etc., en la impartición de los cursos de Matemáticas y Física
  - Establecer metodologías de enseñanza que contribuyan al logro de las competencias que se desea desarrollar
- 6.- Reunión de los coordinadores de MAF con los profesores de departamento para informar de los acuerdos obtenidos, recibir retroalimentación e iniciar la planeación para incorporar todo ello en sus guías de aprendizaje (documento que explicita entre otras cosas, las actividades de aprendizaje a realizar para el desarrollo de las competencias planteadas).

Se espera probar si la metodología A permite obtener los resultados deseados para después y de acuerdo a lo que resulte, si es necesario, reformular la metodología o cambiar a la metodología B, para luego aplicar la metodología seleccionada a las demás carreras de Ingeniería y Administración.

### ***C) Resultados iniciales del proyecto***

En los objetivos se planteó iniciar el diálogo con solo dos carreras del ITESO para identificar las competencias que son requeridas por los perfiles de egreso de las carreras que necesitan de ellas.

Como se mencionó con anterioridad, el ITESO pasó por un proceso profundo de revisión curricular recientemente, por lo que fue posible tener disponibles los documentos referentes al perfil de egreso de las carreras de Ingeniería Electrónica y de Ingeniería Química.

En ellos se encontró que los perfiles de egreso declarados, son descritos en términos de las funciones típicas a las que se enfrenta un profesionista en su carrera y estas funciones se expresan en términos de acciones y del contexto donde se supone actúa el profesionista.

Esto, de cierta manera, facilitó un tanto la posibilidad de identificar las competencias y escribirlas en términos funcionales tal y como se decidió en el 6x4.

El diálogo con los profesores que intervinieron en la elaboración de los perfiles de egreso permitió compatibilizar el lenguaje de términos usados en el contexto del marco educativo del ITESO con los términos usados en el 6x4.

Para el caso de Ingeniería Electrónica podemos leer en uno de sus documentos el perfil deseado para sus egresados:

- A partir del desempeño que se relaciona directamente con los conocimientos y habilidades del área electrónica, se definen competencias generales relacionadas con áreas específicas de la electrónica, deseables en un profesional generalista. Para cada competencia general se enuncian las competencias particulares o actividades que implica el dominio de la competencia general.
- A las competencias generales se les asigna una Unidad de Aprendizaje, a través de la cual se formará en dicha competencia. Estas unidades de aprendizaje se denominan como primarias, por ser las que corresponden a las que están relacionadas directamente con los desempeños.
- Cada Unidad de Aprendizaje Primaria es detallada en asignaturas, indicándose los saberes que desarrollarán los estudiantes dentro de cada asignatura y los saberes que son requeridos como antecedentes en cada una. Estos requisitos se organizan a su vez en Unidades de Aprendizaje Secundarias, detallándose a su vez en asignaturas.

Así, el diálogo permitió usar el término desempeño como sinónimo de competencia, el de competencias generales como las funciones del profesional y competencias particulares como las acciones.

De esta manera tenemos una primera aproximación en la homologación de los términos usados en el Proyecto 6x4 con los propios del ITESO, como se muestra en la siguiente tabla.

Homologación de términos referentes a competencias	
Términos usado en el ITESO	Su equivalente en el 6x4
Desempeño	Competencia
Competencias generales	Funciones
Competencias particulares	Acciones
Saberes	Conocimientos

**Tabla 1**

Una vez que se acordó el uso de los términos anteriores, se hizo el ejercicio de ilustrar el siguiente desempeño (que ahora es competencia) definido en el perfil de egreso de:

### ***D) Ingeniería Electrónica***

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
Diseñar e implementar sistemas electrónicos analógicos.	<p>Analizar la estructura interna de los principales CIs analógicos, de forma que puedan ser aplicados eficazmente.</p> <p>Identificar los parámetros más importantes de un CI para seleccionarlo dependiendo de la aplicación.</p> <p>Aplicar técnicas particulares de análisis para los principales bloques constructivos analógicos (amplificadores, amp. retroalimentados negativamente, osciladores, moldeadores y generadores de onda, espejos y fuentes, cargas activas, etc.).</p> <p>Diseñar aplicaciones con dispositivos analógicos discretos y con CIs analógicos.</p> <p>Simular eficientemente sistemas analógicos caracterizados con parámetros concentrados (baja frecuencia).</p>	<p><b>Electrónica Analógica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Breve introducción a los sistemas electrónicos analógicos</li> <li>• Aplicaciones lineales y no lineales de los amplificadores operacionales</li> <li>• Funcionamiento y modelado de diodos, transistores bipolares, y transistores de efecto de campo</li> <li>• Aplicaciones de los diodos</li> <li>• Etapas fundamentales de amplificación en señal pequeña</li> <li>• Introducción a los circuitos digitales MOS y bipolar</li> <li>• Amplificadores diferenciales y multietapa</li> <li>• Respuesta a la frecuencia</li> <li>• Retroalimentación y estabilidad</li> <li>• Osciladores y generadores de formas de onda</li> <li>• Etapas de salida y amplificación en señal grande</li> <li>• Aplicaciones avanzadas de Op-Amps y efectos no ideales</li> <li>• Reguladores de voltaje</li> <li>• Comparadores</li> <li>• Lazos de control de fase (PLL)</li> <li>• Temporizadores</li> <li>• Interruptores analógicos</li> <li>• Muestreadores-retenedores</li> <li>• Convertidores analógico/digital</li> </ul>

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
		<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de circuitos de corriente directa</li> <li>• Análisis de circuitos de primer orden en régimen transitorio</li> <li>• Análisis de circuitos en el dominio de la frecuencia, régimen permanente</li> <li>• Análisis de circuitos de corriente directa</li> <li>• Análisis de circuitos de primer orden en régimen transitorio</li> <li>• Análisis de circuitos en el dominio de la frecuencia</li> <li>• Aplicaciones de Op-Amps</li> <li>• Funcionamiento y modelado de diodos, transistores bipolares, y transistores de efecto de campo</li> <li>• Aplicaciones de los diodos</li> <li>• Etapas fundamentales de amplificación en señal pequeña</li> <li>• Contenidos de electrónica 1 y 2</li> </ul>
<p>Analizar e implementar subsistemas (módulos) electrónicos de alta frecuencia.</p>	<p>Integrar y seleccionar módulos de radiofrecuencia existentes.</p> <p>Identificar las características básicas de comportamiento, análisis y diseño de electrónica de alta frecuencia y sus implicaciones.</p> <p>Adquirir las bases esenciales para iniciar un estudio de especialización en electrónica de alta frecuencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica de alta frecuencia</li> <li>• Introducción a los sistemas inalámbricos y de radio frecuencia</li> <li>• Líneas de transmisión</li> <li>• Técnicas para análisis de redes en alta frecuencia</li> <li>• Acoplamiento de impedancias y polarizaciones</li> <li>• Filtros en alta frecuencia</li> <li>• Modelado de dispositivos activos en alta frecuencia</li> <li>• Amplificadores en alta frecuencia</li> <li>• Mezcladores, osciladores y sintetizadores</li> <li>• Antenas y radiación</li> </ul>

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
		<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de análisis de circuitos en c.d. y por transformada de Laplace</li> <li>• Contenidos de electrónica 1 y 2</li> <li>• Álgebra compleja e identidad de Euler</li> <li>• Graficar funciones complejas sencillas en diagramas polares</li> <li>• Electromagnetismo (hasta las ecuaciones de Maxwell)</li> <li>• Ecuaciones diferenciales parciales de primer orden</li> </ul>
<p>Diseñar e implementar sistemas digitales usando circuitos integrados comerciales y circuitos configurables básicos.</p> <p>Principios básicos de diseño con circuitos configurables.</p>	<p>Identificar CIs digitales comerciales actuales (CPLDs, FPGAs microprocesadores, microcontroladores, DPSs).</p> <p>Ubicar parámetros más importantes de un CI para seleccionarlo dependiendo de la aplicación.</p> <p>Comprender el funcionamiento para poder diseñar.</p> <p>Diseñar aplicaciones con circuitos integrados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño Digital. Lenguajes de modelado</li> <li>• Circuitos combinatoriales</li> <li>• Circuitos secuenciales</li> <li>• VHDL (CPLD's)</li> <li>• Principios de funcionamiento de los microprocesadores; programación e interconexión (ensamblador)</li> <li>• Programación en ensamblador</li> <li>• Conexión de OSC, POR, Buffers, etc.</li> <li>• Interconexión de memorias y puertos: lógica, eléctrica, timing</li> <li>• Sistemas basados en microprocesadores (modernos): <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>microprocesadores de 32 bits, con ethernet, orientados a S.O.</i></li> <li>- <i>microprocesadores de 32 bits</i></li> </ul> </li> <li>• Particularidades de los microprocesadores</li> <li>• La visión de computadora ampliada (SO Microcontroladores genéricos y DSP's básicos)</li> <li>• Análisis de microprocesadores, memorias, puertos, periféricos y buses</li> </ul>

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
		<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de circuitos</li> <li>• Lenguajes de programación</li> </ul>
<p>Seleccionar componentes y equipos comerciales de electrónica de potencia.</p> <p>Diseñar convertidores de energía básicos.</p>	<p>Semiconductores de potencia</p> <p>Análisis y síntesis de rectificadores con diodos y de rectificadores con tiristores. Aplicaciones.</p> <p>Análisis y síntesis de controladores de c.a. mediante triacs y tiristores. Aplicaciones.</p> <p>Análisis y síntesis de troceadores mediante transistores. Aplicaciones.</p> <p>Análisis y síntesis de inversores mediante transistores. Aplicaciones.</p> <p>Circuitos de disparo de tiristores, circuitos de protección ("snubbers") de tiristores y de transistores. Circuitos de control PWM.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductores de potencia</li> <li>• Análisis y síntesis de rectificadores con diodos y de rectificadores con tiristores. Aplicaciones.</li> <li>• Análisis y síntesis de controladores de c.a. mediante triacs y tiristores. Aplicaciones.</li> <li>• Análisis y síntesis de troceadores mediante transistores. Aplicaciones.</li> <li>• Análisis y síntesis de inversores mediante transistores. Aplicaciones.</li> <li>• Circuitos de disparo de tiristores, circuitos de protección ("snubbers") de tiristores y de transistores. circuitos de control PWM</li> </ul> <p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de circuitos de c.d. y de c.a.</li> <li>• Electrónica analógica, amplificadores operacionales</li> <li>• Electrónica digital: microcontroladores</li> </ul>
<p>Analizar y diseñar sistemas automáticos de control.</p>	<p>Identificar y analizar los elementos que intervienen en un sistema automático de control.</p> <p>Analizar un sistema automático de control.</p> <p>Ajustar (sintonizar) y programar un sistema de control para que cumpla requerimientos establecidos por el cliente.</p> <p>Saber especificar (levantar) requerimientos necesarios para</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos que componen un sistema automático de control (punto suma, retroalimentación, sistema de medición, control, actuador, proceso)</li> <li>• Metodología para el análisis de sistemas automáticos de control</li> <li>• Concepto de retroalimentación</li> <li>• Generar modelos matemáticos a partir de conocimientos físicos de procesos y a partir de datos experimentales (ecuaciones diferenciales, transformadas de Laplace)</li> <li>• Elementos transitorios y de estado estable de un sistema</li> </ul>

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
	<p>un problema de automatización a partir de las necesidades de un cliente.</p> <p>Conocer los componentes más actualizados de un sistema automático de control.</p> <p>Integrar sistemas para la solución de problemas de automatización de procesos.</p> <p>Diseñar soluciones de automatización, utilizando las tecnologías más adecuadas.</p> <p>Utilizar herramientas actuales y modernas para el control de procesos.</p> <p>Diseñar sistemas electrónicos (tanto analógicos como digitales) sencillos para resolver problemas de automatización muy básicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principio de estabilidad de un sistema y las formas de determinar la estabilidad</li> <li>• Conocer qué es un PID (sus variaciones y sus partes), cómo se diseña y cómo se implementa</li> <li>• Sintonización de controladores</li> <li>• Uso de amplificadores operacionales para la implementación de controladores analógicos</li> <li>• Uso de la electrónica para la implementación de drivers de control</li> <li>• Conocer qué es un PLC, cómo se conecta y cómo se programa</li> <li>• Variables de estado y su uso para el control de procesos</li> <li>• Simulación de sistemas usando SIMULINK (u otra plataforma)</li> <li>• Metodología para el diseño de sistemas automáticos de control</li> <li>• Uso de convertidores A/D y D/A y microcontroladores o DSP's</li> <li>• Teoría del muestreo y de adquisición de datos</li> <li>• Metodología para el análisis y diseño de sistemas de control digital</li> <li>• Programación de microcontroladores o DSP's</li> <li>• Nociones de sistemas en tiempo real</li> <li>• Discretización de sistemas</li> <li>• Transformada Z</li> <li>• Filtros digitales y su programación</li> <li>• Conceptos elementales de técnicas modernas de control (como por ejemplo: control distribuido, control por web, control remoto, etc.)</li> <li>• Conceptos elementales de lógica difusa para el control de procesos</li> </ul>

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
		<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores y actuadores (motores de CD y CA, válvulas, contactores, etc.)</li> <li>• Instrumentación (uso de electrónica para instrumentar un sistema de control)</li> <li>• MATLAB (Conocimiento y manejo de herramientas computacionales utilizadas para el control de procesos, como LabView, MATLAB, etc.)</li> <li>• Circuitos electrónicos en general, diseño de drivers discretos, uso de circuitos electrónicos de aplicación específica.</li> <li>• Amplificadores operacionales</li> <li>• Procesamiento digital y analógico de señales</li> <li>• Programación en C, software embedded.</li> <li>• Uso de un microcontrolador (o DSP) y un sistema de adquisición de datos</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace</li> <li>• Teoría de variable compleja</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Series y transformadas de Fourier</li> <li>• Física general y completa sobre las siguientes variables (no necesariamente únicas): temperatura, presión, flujo, voltaje, corriente, potencia, posición, velocidad, iluminación</li> <li>• Conocimiento general del funcionamiento de procesos industriales como una caldera, un horno, una tubería, etc.</li> </ul>
Identificar y seleccionar el medio más adecuado para comunicar un sistema electrónico.	Identificación y selección de dispositivos comerciales para la interconexión con diversos medios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios de comunicación (cables, OEM, antenas, fibras ópticas, estándares de cableado)</li> <li>• Comunicación analógica (AM, FM, TXs, RXs, aplicación electrónica)</li> <li>• Interconexión y comunicación</li> </ul>

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
Conectar sistemas electrónicos con medios de comunicación existentes.	Ubicar parámetros más importantes de un dispositivo para seleccionarlo dependiendo de la aplicación.  Comprender el funcionamiento para poder diseñar elementos.  Diseñar aplicaciones de interconexión con circuitos integrados.	<b>PRERREQUISITOS</b>  • Señales y sistemas • Electricidad y magnetismo. Óptica • Filtros: pasivos, activos, digitales (transversal) • Acople electromagnético (circuitos, analógica)

En la tabla anterior aparece la competencia: “Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos” en términos de las funciones, acciones y conocimientos del egresado.

Conviene decir que para completar las características de esta competencia, en otro apartado del perfil de egreso se detallan también las actitudes y habilidades del egresado, como se transcriben a continuación.

Por otro lado, el egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica, a fin de estar capacitado para realizar los desempeños enunciados, desarrollará principalmente las siguientes, habilidades y actitudes.

### *Habilidades*

- Uso de equipo y herramientas para la medición, análisis, diseño y prueba de componentes, circuitos y sistemas electrónicos
- Interpretar especificaciones, documentación escrita y gráfica, de componentes, equipo o sistemas electrónicos
- Habilidad para reconocer y analizar el contexto relacionado con una solución tecnológica
- Habilidades de comunicación oral y escrita
- Idioma inglés

- Capacidad para localizar y analizar información
- Capacidad para aprender
- Capacidad para generar soluciones y evaluarlas
- Capacidad de trabajo multidisciplinario
- Trabajo en equipo
- Manejo de grupo

### *Actitudes*

- Actitud de promoción de la creatividad, de las soluciones innovadoras, de investigación y desarrollo de productos que conduzcan a la competitividad de las organizaciones en particular y el país en general
- Actitud de emprendedores
- Actitud de análisis crítico y sustentado, personal y del entorno, con el afán de mejora continua
- Conducirse con ética profesional
- Mantenerse actualizado en cuanto al comportamiento de la industria, los mercados y políticas gubernamentales
- Establecer relaciones interpersonales para facilitar el trabajo en equipo y el manejo de grupo

En resumen, se tienen casi todos los elementos para terminar de describir las competencias de la carrera de Ingeniería Electrónica, ya que en estos documentos solo faltaría describir las condiciones de realización y metodología de evaluación de dichas competencias. Este punto es parte del trabajo próximo futuro de la coordinación de la carrera.

Retomando el objetivo de este trabajo, que es el de identificar las competencias de matemáticas necesarias para la carrera de Ingeniería electrónica, se encontró que de forma general los conocimientos de esas áreas que se necesitan para lograr las competencias deseadas se encuentran en los siguientes apartados:

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
Analizar e implementar subsistemas (módulos) electrónicos de alta frecuencia.	<p>Integrar y seleccionar módulos de radiofrecuencia existentes.</p> <p>Identificar las características básicas de comportamiento, análisis y diseño de electrónica de alta frecuencia y sus implicaciones.</p> <p>Adquirir las bases esenciales para iniciar un estudio de especialización en electrónica de alta frecuencia.</p>	<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformada de Laplace</li> <li>• Álgebra compleja e identidad de Euler</li> <li>• Graficar funciones complejas sencillas en diagramas polares</li> <li>• Electromagnetismo (hasta las ecuaciones de Maxwell)</li> <li>• Ecuaciones diferenciales parciales de primer orden</li> </ul>
Analizar y diseñar sistemas automáticos de control.	<p>Identificar y analizar los elementos que intervienen en un sistema automático de control.</p> <p>Analizar un sistema automático de control.</p> <p>Ajustar (sintonizar) y programar un sistema de control para que cumpla requerimientos establecidos por el cliente.</p> <p>Saber especificar (levantar) requerimientos necesarios para un problema de automatización a partir de las necesidades de un cliente.</p> <p>Conocer los componentes más actualizados de un sistema automático de control.</p> <p>Integrar sistemas para la solución de problemas de automatización de procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformada Z</li> </ul> <p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones diferenciales y transformada de Laplace</li> <li>• Teoría de variable compleja</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Series y transformadas de Fourier</li> <li>• Física general y completa sobre las siguientes variables (no necesariamente únicas): temperatura, presión, flujo, voltaje, corriente, potencia, posición, velocidad, iluminación</li> </ul>

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Desarrolla o integra productos o sistemas electrónicos, en particular, diseña equipos, arquitecturas o sistemas electrónicos.</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
	<p>Diseñar soluciones de automatización, utilizando las tecnologías más adecuadas.</p> <p>Utilizar herramientas actuales y modernas para el control de procesos.</p> <p>Diseñar sistemas electrónicos (tanto analógicos como digitales) sencillos para resolver problemas de automatización muy básicos.</p>	
<p>Identificar y seleccionar el medio más adecuado para comunicar un sistema electrónico.</p> <p>Conectar sistemas electrónicos con medios de comunicación existentes.</p>	<p>Identificación y selección de dispositivos comerciales para la interconexión con diversos medios.</p> <p>Ubicar parámetros más importantes de un dispositivo para seleccionarlo dependiendo de la aplicación.</p> <p>Comprender el funcionamiento para poder diseñar elementos</p> <p>Diseñar aplicaciones de interconexión con circuitos integrados</p>	<p><b>PRERREQUISITOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señales y sistemas</li> <li>• Electricidad y magnetismo. Óptica</li> </ul>

De lo anterior podemos resumir que se pudieron identificar los conocimientos de matemáticas y física necesarios para adquirir las competencias deseadas, que son, en forma general:

- Ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales
- Álgebra lineal
- Álgebra y variable compleja
- Transformada Z
- Series y transformadas de Fourier
- Física general
- Óptica
- Electricidad y magnetismo

La lista anterior sólo representa un conjunto de conocimientos identificados como necesarios para los fines de la carrera, falta recabar más información acerca de lo que debe saber hacer con las herramientas matemáticas el futuro egresado de Ingeniería Electrónica, así como el nivel y profundidad de los temas anotados en la lista anterior.

### *E) Ingeniería Química*

Por otra parte, en la carrera de Ingeniería Química, también se homologó el lenguaje de la terminología del Proyecto 6x4 con el propio del ITESO, logrando describir las siguientes competencias para sus egresados (sólo se transcriben los saberes de matemáticas necesarios para la carrera).

La terminología usada es la de la tabla 1:

<b>DESEMPEÑO (COMPETENCIA)</b>		
<b>Diseño de equipos y de procesos de plantas químicas o de sus productos</b>		
<b>Competencia general (Funciones)</b>	<b>Competencias particulares (Acciones)</b>	<b>Saberes (Conocimientos)</b>
Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente.	<p>Balances de materia y energía</p> <p>Análisis termodinámico y de equilibrios físicos y químicos, transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa.</p> <p>Revisión de alternativas existentes en el mercado.</p> <p>Elaboración de propuesta de compra o diseño para fabricación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Sistemas de ecuaciones lineales</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Interpolación numérica</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias</li> </ul>
Diseño de proceso (o productos y procesos) y selección/diseño de equipos para un producto.	<p>Diseño de producto si fuere necesario (normalmente requiere de experimentación a escala laboratorio y piloto).</p> <p>Balances de materia y energía.</p> <p>Modelado termodinámico y de equilibrios físicos y químicos así como transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa. (Puede requerir experimentación).</p> <p>Modelado de sistemas químicamente reactivos.</p> <p>Análisis integrado de equipos e integración de energía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Interpolación numérica</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias</li> </ul>

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Diseño de equipos y de procesos de plantas químicas o de sus productos		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
	<p>Revisión de opciones comerciales de equipos (operaciones unitarias y procesos de separación).</p> <p>Propuestas de equipos (compra o fabricación) así como condiciones de operación y/o modificación de equipos.</p>	
Mejora de procesos existentes (calidad).	<p>Balances de materia y energía.</p> <p>Análisis termodinámico y de equilibrios físicos y químicos así como transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa.</p> <p>Análisis de sistemas químicamente reactivos.</p> <p>Análisis de equipos (operaciones unitarias y procesos de separación).</p> <p>Propuestas de cambios de condiciones de operación y/o modificación de equipos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales.</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables. Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Interpolación numérica</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias</li> <li>• Interpolación numérica, análisis de regresión</li> <li>• Series y transformaciones de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales</li> <li>• Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden</li> <li>• Transformada de Laplace</li> <li>• Transformada de Fourier</li> </ul>
Incremento de rendimiento energético.	<p>Balances de materia y energía.</p> <p>Propuestas de cambios de condiciones de operación, incorporación de nuevos equipos y/o modificación de los equipos existentes y/o nuevas estrategias o parámetros de control de procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus</li> </ul>

DESEMPEÑO (COMPETENCIA)		
Diseño de equipos y de procesos de plantas químicas o de sus productos		
Competencia general (Funciones)	Competencias particulares (Acciones)	Saberes (Conocimientos)
		transformaciones <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Interpolación numérica</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales</li> </ul>
Incremento de capacidad.	Balances de materia y energía.  Análisis termodinámico y de equilibrios físicos y químicos.  Transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa.  Análisis de sistemas químicamente reactivos.  Análisis de equipos (operaciones unitarias y procesos de separación).  Propuestas de cambios de condiciones de operación y/o modificación de equipos y/o control de procesos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Interpolación numérica</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales</li> </ul>

Al igual que en el caso de Ingeniería Electrónica, se tienen identificadas las habilidades y actitudes que debiera tener un egresado y, además, también se expresan en sus perfiles de egreso las posibles evidencias de desempeño.

Por lo que toca a los conocimientos de matemáticas necesarios para lograr las competencias de la carrera, se tienen identificados genéricamente los siguientes:

- Álgebra elemental
- Álgebra de matrices
- Aritmética
- Álgebra lineal
- Trigonometría
- Funciones logarítmicas y exponenciales. Sistemas de coordenadas y sus transformaciones
- Derivadas e integrales en una y varias variables
- Interpolación numérica
- Series de Fourier
- Series de Bessel
- Transformadas de Fourier
- Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales

### ***F) Identificando las competencias matemáticas***

El siguiente paso, para ambas carreras es el de identificar las competencias que debiera obtener de los curso de matemáticas el egresado, como herramientas para resolver problemas de su profesión-carrera.

En una primera aproximación, se logró determinar que tipos de problemas son los que un egresado tiene que resolver y usar las herramientas matemáticas para su solución (todo esto sin la pretensión de ser exhaustivos en el análisis inicial).

Así, por ejemplo, para la competencia: Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente, una de las funciones es: Balances de materia y energía. Dentro de esta función, un problema típico es saber determinar las características (cantidad y composición) de la alimentación a una etapa de producción así como identificar los requerimientos de salida.

Para esto el profesionista debe usar herramientas matemáticas que le permitan:

- a) Plantear balances como sistemas de ecuaciones lineales
- b) Resolver sistemas de ecuaciones lineales utilizando matrices; analíticamente y por métodos numéricos

A partir de esto se concluye que los conocimientos que debe adquirir son:

- Aritmética
- Álgebra elemental
- Sistemas de ecuaciones lineales
- Álgebra de matrices
- Métodos numéricos

Con el mismo proceso se determinaron otros problemas típicos de la profesión y las características de lo que se debe saber con las herramientas matemáticas para resolver los problemas planteados.

La tabla siguiente resume lo mencionado en el párrafo anterior.

Competencia y función	Problemas a resolver usando Matemáticas	El egresado debe:	Conocimientos
Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente.  Función: Balances de materia y energía	Saber determinar las características (cantidad y composición) de la alimentación a una etapa de producción así como identificar los requerimientos de salida.	Plantea balances como sistemas de ecuaciones lineales.  Resuelve sistemas de ecuaciones lineales utilizando matrices; analíticamente y por métodos numéricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Sistemas de ecuaciones lineales</li> <li>• Álgebra de matrices</li> <li>• Métodos numéricos</li> </ul>

Competencia y función	Problemas a resolver usando Matemáticas	El egresado debe:	Conocimientos
<p>Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente.</p> <p>Función: Análisis termodinámico y de equilibrios físicos y químicos, transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa.</p>	<p>Realizar análisis de equilibrios químicos, físicos, fisicoquímicos así como de transferencia de momentum calor y masa.</p>	<p>Lee y escribir modelos expresados con cálculo diferencial e integral en una y varias variables.</p> <p>Resuelve analítica, gráfica y numéricamente derivadas, integrales y sistemas de ecuaciones diferenciales.</p> <p>Encuentra máximos y mínimos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales</li> </ul>
<p>Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente.</p> <p>Función: Dimensionamiento del equipo de procesos.</p>	<p>Realizar el cálculo de dimensiones de equipos específicos.</p>	<p>Plantea modelos expresados con expresiones algebraicas.</p> <p>Obtiene máximos y mínimos de funciones de una y varias variables.</p> <p>Resuelve analítica y numéricamente sistemas de ecuaciones lineales y sistemas de ecuaciones diferenciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aritmética</li> <li>• Álgebra lineal</li> <li>• Trigonometría</li> <li>• Funciones logarítmicas y exponenciales</li> <li>• Sistemas de coordenadas y sus transformaciones</li> <li>• Derivadas e integrales en una y varias variables</li> <li>• Series de Fourier</li> <li>• Series de Bessel</li> <li>• Transformadas de Fourier</li> <li>• Ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales</li> </ul>

Competencia y función	Problemas a resolver usando Matemáticas	El egresado debe:	Conocimientos
<p>Selección/diseño de equipo para una línea de proceso existente.</p> <p>Función: Revisión de alternativas existentes en el mercado.</p>	<p>Conseguir alternativas de equipos del mercado local, nacional e internacional para necesidades específicas.</p>	<p>Elabora modelos de costo total.</p> <p>Encuentra raíces de sistemas de ecuaciones en formas gráfica, analítica y numérica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficas de funciones</li> <li>• Álgebra elemental</li> <li>• Funciones exponencial y logarítmica</li> </ul>
<p>Mejora de procesos existentes (calidad).</p> <p>Función: Propuestas de cambios de condiciones de operación y/o modificación de equipos.</p>	<p>Con fundamento en el análisis realizado sobre el desempeño de reactores y equipos de operaciones unitarias y procesos de separación propone modificaciones al esquema de operación para adecuarlos a nuevas necesidades ó mejoras. Los cambios sugeridos pueden implicar modificaciones a los equipos.</p>	<p>Plantea y resuelve modelos que incluyen ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden.</p> <p>Resuelve ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden por métodos analíticos, con transformadas de Laplace y Fourier.</p> <p>Realiza análisis en dominio de tiempo y frecuencia, filtra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones diferenciales</li> <li>• Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden</li> <li>• Transformada de Laplace</li> <li>• Transformada de Fourier</li> </ul>

Como se observa, el ejercicio de preguntarse por los problemas típicos cuya solución requiere de conocimientos matemáticos resulta bastante revelador en cuanto a las habilidades y conocimientos que el egresado debiera adquirir en sus cursos de matemáticas.

Por tanto resta, para Ingeniería Química, terminar de llenar esta tabla con las demás competencias y funciones. Asimismo deberán identificarse las competencias matemáticas previas a las citadas que son indispensables para el desarrollo de las competencias mencionadas y que no traen de la formación previa (preparatoria ó equivalente).

Una vez que se haya terminado con esta parte, es menester pensar en determinar las competencias que, a juicio, de lo obtenido en el perfil de egreso, deban adquirir los estudiantes en el curso de su carrera.

Por lo pronto esta misma metodología se seguirá para el caso de Ingeniería Electrónica.

Los objetivos de la siguiente etapa del proyecto son:

- Identificar las competencias que se desarrollan actualmente a través de los cursos de matemáticas en el ITESO
- Analizar la congruencia entre las competencias desarrolladas por los cursos de matemáticas y las requeridas por las carreras
- Construir las articulaciones necesarias entre tales competencias en el marco institucional educativo del ITESO
- Homologar terminologías y formatos de presentación de competencias con las del Proyecto 6x4

PROYECTO 6x4. INFORME FINAL

