

INDICADORES DE REFERENCIA PARA VALORAR PLANIFICACIONES DE MATEMÁTICA ORIENTADAS AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA

REFERENCE INDICATORS TO ASSESS MATHEMATICAL PLANS ORIENTED TO THE DEVELOPMENT OF COMPETENCES IN ENGINEERING

Dr. Marcel David Pochulu. Profesor investigador de la Universidad Nacional de Villa María
marcelpochulu@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0003-2292-4178>

Esp. Leonardo D'Andrea. Profesor de la UTN – Facultad Regional Avellaneda
dandrealj@yahoo.com - <https://orcid.org/0000-0002-7115-6534>

Prof. Mariano Ferreyro. Profesor de la UNICEN – Facultad de Ingeniería de Olavarría
ferreyromariano@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-7711-954X>

Resumen

Este ensayo tiene por propósito dar respuestas a los interrogantes ¿cómo podríamos advertir que una clase de matemática para carreras de ingeniería, efectivamente está centrada en competencias?, ¿cómo podría advertirlo un evaluador en las planificaciones que se presentan para la acreditación de carreras?, y ¿cómo un profesor podría advertir que su planificación y la propia clase está acorde a lo lineamientos establecidos? Para ello, reflexionamos en torno al modo en que se enseña matemática en las carreras de ingeniería y la brecha que existe, o no, entre lo que efectivamente se hace en una clase y lo solicitado desde los organismos oficiales. Posteriormente, proponemos y ejemplificamos un grupo de indicadores referenciales para valorar si una planificación de matemática se posiciona en la enseñanza orientada al desarrollo de competencias en ingeniería.

Palabras clave: Desarrollo de competencias - Planificaciones de matemática - Enseñanza de la matemática en ingeniería

Abstract

This argumentative essay is intended to answer the questions, how could we warn that a math class for engineering careers is effectively focused on competencies? How could an evaluator warn you in the plans presented for career accreditation? And how could a teacher notice that his planning and the class itself is in accordance with the established guidelines? To do this, we reflect on the way in which mathematics is taught in engineering careers and the gap that exists, or not, between what is actually done in a class and what is requested from official bodies. Subsequently, we propose and exemplify a group of referential indicators to assess whether a mathematical planning is positioned in the teaching oriented to the development of competences in engineering.

Keywords: Development of competences - Mathematical plans - Teaching of mathematics in engineering

Resumo

Este ensaio tem como objetivo responder às perguntas: como podemos avisar que uma aula de matemática para carreiras de engenharia está efetivamente focada em competências? Como um avaliador pode avisá-lo nos planos apresentados para o credenciamento de carreira? E como um professor pode perceber que seu planejamento e a própria turma estão de acordo com as diretrizes estabelecidas? Para fazer isso, refletimos sobre a maneira como a matemática é ensinada nas carreiras de engenharia e a lacuna que existe, ou não, entre o que é realmente feito em uma classe e o que é solicitado pelos órgãos oficiais. Posteriormente, propomos e exemplificamos um grupo de

Palabras claves: Desenvolvimento de competências - Planos de ensino de matemática - Ensino de matemática em engenharia

1. Introducción

En Argentina, desde el año 2006, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) acordó llevar adelante una propuesta de innovación que reformula la formación de ingenieros, posicionándola en la enseñanza orientada al desarrollo de competencias. Esta propuesta responde a nuevos paradigmas acerca de “la sociedad del conocimiento, la globalización, las redes y la actual economía” (CONFEDI, 2014, p. 9), que conforman un escenario particular en el cual se requerirá nuevas formas de intercambio y de comunicación entre los sujetos (López Ruiz, 2011; Giordano-Lerena y Cirimelo, 2013).

Los documentos diseñados por el CONFEDI, popularmente conocidos como el *Libro Azul* y el *Libro Rojo*, definen las competencias requeridas para el ingreso (CONFEDI, 2014) y las competencias genéricas y específicas de egreso (CONFEDI, 2018). Entre las razones de esta innovación en ingeniería se afirma que “el mundo cambió y sigue cambiando, y la sociedad actual exige más a la Universidad; no sólo exige la formación profesional (el “saber”), sino también, la dotación de competencias profesionales a sus egresados (el “saber hacer”)” (CONFEDI, 2014, p. 9). Por consiguiente, es necesario formar a un ingeniero pensando en lo que efectivamente hace en su profesión, desde todas las asignaturas que conforman un plan de estudio de la carrera, y proponer procesos de enseñanza y aprendizaje para que tiendan al desarrollo y evaluación de las competencias.

La necesidad de definir los lineamientos que contribuyan al proceso de formación y caracterización del ingeniero llevó a la Asamblea General de la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería, a adoptar como propia la síntesis de competencias de egreso que había acordado el CONFEDI (2014). Este hecho dio lugar a la *Declaración de Valparaíso* sobre competencias de egreso del ingeniero iberoamericano, publicadas en CONFEDI (2016). En este último documento, algunos de los lineamientos comunes regionales son: trabajar por competencias, un diseño por competencias o su integración en el Plan de Estudio, intercambio y movilidad académica, mayor flexibilidad en los planes de estudio centrados en contenidos considerados burocráticos y rígidos, entre otros aspectos. Específicamente, en CONFEDI (2016, p. 18) se contemplan:

10 competencias genéricas, complejas e integradas, relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), que se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), que están referidas al contexto profesional (la situación en que el profesional debe

desempeñarse o ejercer), que apuntan al desempeño profesional (la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido) y que incorporan la ética y los valores en el perfil del profesional que se busca formar.

A su vez, dentro de estos acuerdos, en 2018 se plantea la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de 25 carreras de ingeniería en Argentina.

Llevar adelante estas innovaciones educativas en ingeniería, donde suele ser poco habitual que se trabaje con competencias (Rodríguez Zambrano, 2007; Trejo, Camarena y Trejo, 2013; López Ruiz, 2011), plantea la necesidad de cuestionarse: ¿cómo podríamos advertir que una clase de matemática efectivamente está centrada en competencias y no se hace más de lo mismo, pero con renovados problemas (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2011; Díaz Barriga, 2005; Coll, 2007; Gimeno Sacristán, 2008)?, ¿cómo podría advertirlo un evaluador en las planificaciones que se presentan para la acreditación de carreras ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU)?, y ¿cómo un profesor, que está a cargo de asignaturas del área de matemática, podría advertir que su planificación y la propia clase está acorde a lo que plantea el CONFEDI?

Para dar respuestas a estos interrogantes exponemos, en primera instancia, algunas reflexiones en torno al modo en que se enseña habitualmente matemática en las carreras de ingeniería y la brecha que existe, o no, entre lo que efectivamente se hace en una clase y lo solicitado desde los organismos oficiales. Posteriormente, proponemos y ejemplificamos un grupo de indicadores referenciales para valorar si una planificación de matemática se posiciona en la enseñanza orientada al desarrollo de competencias en ingeniería.

2. La enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería

La enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería plantea grandes desafíos para los profesores, pues las tendencias en educación matemática marcan que debería enseñarse centrada en competencias, de manera contextualizada, a través de la resolución de problemas, con uso de nuevas tecnologías, entre otras características (Perrenoud, 2009; Tobón, 2013; Pochulu y Abrate, 2018). En Argentina, la CONEAU establece, entre otras condiciones, que el plan de estudios de cada carrera de ingeniería debiera estar adecuadamente integrado para lograr el desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos por parte de los estudiantes, y esto es un indicador más de la calidad educativa que brinda la universidad. En este sentido, existen numerosos trabajos referidos a la enseñanza de la matemática donde se proponen algunos principios y lineamientos generales para la clase, con la finalidad de lograr desarrollar capacidades o competencias específicas en los estudiantes

Indicadores de referencia para valorar planificaciones de matemática orientadas al desarrollo de competencias en ingeniería (Mason & Johnston-Wilder, 2004; Tzur, Sullivan & Zaslavsky, 2008; Zaslavsky & Sullivan, 2011; Rodríguez, Pochulu y Ceccarini, 2011; Pochulu, Abrate y Alcoba, 2014; Seluy y Zucarelli, 2017; entre otros).

No obstante, si buscamos caracterizar el modo en que se enseña matemática en una carrera de ingeniería, lograríamos establecer tres estilos básicos: *formalista/estructuralista*, *mecanicista/empirista* y *contextualizado/realista* (Figura 1). Estos estilos los podemos imaginar ocupando los vértices de un triángulo y la clase de matemática que estemos analizando estaría en algún punto del mismo, lo cual dependerá de las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje que posee el profesor.

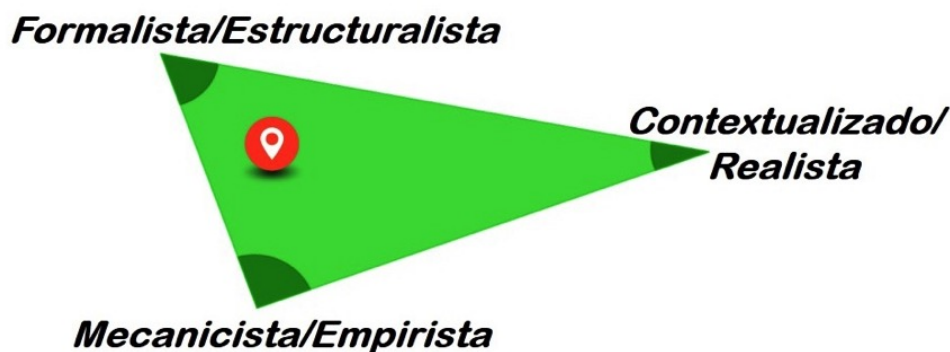


Figura 1: Estilos de enseñanza de la matemática

Tenemos un estilo *formalista/estructuralista*, cuando el profesor le otorga vital importancia a los conceptos, definiciones, propiedades, estructuras, lemas, teoremas y proposiciones propios de la matemática. A su vez, se hace un fuerte uso de procesos de simbolización, soportados, generalmente, por lenguaje conjuntista y simbólico propios de la matemática. Los contenidos y temas se presentan de manera descontextualizada y no están relacionados con la realidad cotidiana del estudiante o la orientación de la carrera.

Desde el punto de vista metodológico, las clases son magistrales, siendo además la estructura del sistema la guía del proceso de aprendizaje, pues el profesor define los conceptos, pone ejemplos y demuestra propiedades (de manera deductiva), y los alumnos aplican lo visto en problemas intramatemáticos durante las clases prácticas.

Cabe destacar que este estilo *formalista/estructuralista* de enseñanza y aprendizaje de la matemática se lo encuentra habitualmente en los libros de texto tradicionales de la disciplina. En ellos aparece

inicialmente la componente teórica y hacia el final del capítulo, ejercicios o actividades para poner en juego los procedimientos, técnicas, algoritmos y rutinas previamente aprendidos.

El estilo *mecanicista/empirista* se caracteriza por prácticas que se centran en la aplicación de procedimientos, técnicas y algoritmos propios de la matemática, en desmedro de conceptos, definiciones, propiedades, proposiciones, teoremas y lemas involucrados en las situaciones problemas. Habitualmente son técnicas, algoritmos y fórmulas aplicadas a la resolución de problemas intramatemáticos o aplicaciones estándares y triviales de la física.

Desde el punto de vista metodológico, el trabajo del profesor está basado en la repetición y mecanización de reglas y procedimientos, pues toma como punto de partida la realidad cercana al alumno y lo que requiere para la aprobación en matemática. La enseñanza es básicamente utilitaria y la actividad del alumno se sustenta en un trabajo de mimetización y posterior entrenamiento como agente pasivo del aprendizaje. Habitualmente carece de profundización y sistematización en el aprendizaje que logran los estudiantes.

El estilo *contextualizado/realista* propone acercarse a los problemas básicos de la profesión de una carrera, integrando tanto lo teórico o conceptual con lo práctico o empírico de la matemática. En este estilo se asume que si el estudiante se enfrenta desde el principio con los problemas básicos de la carrera o profesión se facilitará el aprendizaje y desarrollará competencias genéricas y específicas. Esta concepción tiene sus bases en (a) lo que los psicólogos han aprendido sobre el modo en que los humanos razonan, sienten, recuerdan, imaginan y deciden, (b) lo que han aprendido los antropólogos sobre la manera en que el significado es construido, aprendido, activado y transformado, y (c) lo que han investigado los didactas de la matemática sobre la manera en que los estudiantes construyen y comprenden los objetos matemáticos.

Metodológicamente son clases orientadas a los procesos y tienen como principio construir modelos que describan el mundo real, utilizando variables y relaciones entre las mismas. Por lo tanto, se llevan a cabo actividades de observación, investigación, informes, planteo de situaciones conflictivas que impliquen el análisis, la síntesis e integración, la búsqueda de información de todo tipo, la generación de relaciones y nuevos interrogantes para acceder a nuevos aprendizajes, entre otras. El alumno, en estas clases, explora, experimenta, hipotetiza, analiza sus avances, cambia de rumbo, reflexiona sobre lo hecho, advierte cómo está pensando y encarando la tarea, etc.

Si contrastamos estos estilos de enseñanza de la matemática con los propuestos para la formación de un ingeniero, claramente se encuadra con el *contextualizado/realista*. Además, CONFEDI (2014) expresa que centrar la enseñanza en el desarrollo por competencias:

Supone pensar la formación de grado del ingeniero desde el eje de la profesión, es decir desde el desempeño, desde lo que el ingeniero efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su quehacer profesional y social en sus primeros años de actuación profesional. (p. 17)

En consecuencia, la enseñanza orientada al desarrollo de competencias conlleva a superar los modelos tradicionales (*formalista/estructuralista-mecanicista/empirista*), promoviendo la resolución de problemas y aplicaciones a situaciones de la vida real y profesional del ingeniero (*contextualizado/realista*).

3. Indicadores referenciales para valorar las planificaciones de matemática

Pensar, organizar y evaluar los procesos de enseñanza y aprendizaje, centrándolos en el desarrollo de competencias, requiere dotar de sentido y de profesionalización a todas las acciones educativas y actividades curriculares que desarrollaremos en las aulas y en la institución. Entendemos que una planificación involucra articular de manera coherente seis elementos o componentes básicos: fundamentación, objetivos, contenidos, metodología o estrategias de enseñanza, evaluación y bibliografía (Figura 2).



Figura 2: Partes constitutivas de una planificación de la enseñanza

Para cada una de estas componentes proponemos indicadores referenciales, con ejemplos de evidencias de los mismos en una planificación de matemática diseñada para ingeniería.

3.1. La fundamentación de una planificación de matemática

En la fundamentación se explicitan los fundamentos teóricos y empíricos (enfoques para la enseñanza de la matemática para una carrera de ingeniería en particular) que justifican la propuesta, la selección de contenidos, los objetivos y metodología, la posible articulación con otros espacios curriculares o cátedras, así como un análisis de todos aquellos factores que puedan influir en el proceso.

Como indicador referencial, para esta componente, tenemos:

- (1) La fundamentación debe dar evidencias de la relevancia de la propuesta formativa, explicitando los motivos del descriptor de conocimiento en la formación del ingeniero y describiendo las tareas que se llevarán adelante centradas en el enfoque por competencias, apartadas de la metodología tradicional de la enseñanza de la matemática.

Veamos cómo se vería la presencia de este indicador en un fragmento de la fundamentación de una planificación de matemática para una carrera de ingeniería (Figura 3).

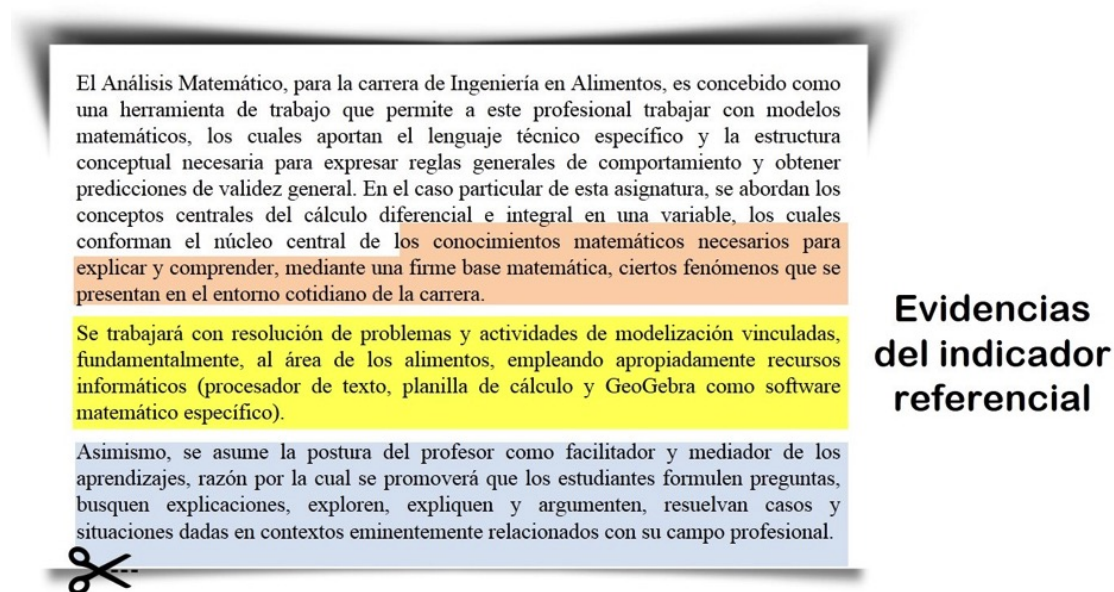


Figura 3: Indicador referencial en una fundamentación de una planificación

3.2. Los objetivos en una planificación de matemática

Los objetivos de una planificación de enseñanza hacen referencia a los aprendizajes que los alumnos adquirirán y expresan el conjunto de valores educativos de la propuesta. Se formulan desde el punto de vista del alumno (lo que queremos que aprenda), se plantean como desarrollo de sus capacidades, se

Indicadores de referencia para valorar planificaciones de matemática orientadas al desarrollo de competencias en ingeniería 73
especifica el/los contenido/s y se explicita el contexto en el cual deberían demostrar lo aprendido. A su vez, deben ser pensados para un contexto de enseñanza basado en el desarrollo de competencias.

Como indicador referencial para los objetivos de la planificación tendremos:

- (2) Los objetivos de la planificación deben mostrar que se esperan aprendizajes derivados de las competencias a desarrollar y articulados con lo que el ingeniero efectivamente será capaz de hacer desde el eje de la profesión. No podrían enunciarse, por ejemplo, sólo objetivos que aluden al saber disciplinar (teórico y procedimental) de la matemática.

Veamos cómo se vería la presencia de este indicador en los objetivos de una planificación de matemática para una carrera de ingeniería (Figura 4).

OBJETIVOS GENERALES

- Utilizar apropiadamente modelos matemáticos para estudiar fenómenos, anticipar comportamientos variables y proponer soluciones aproximadas a problemas enmarcados en la Ingeniería en Alimentos.
- Modelizar matemáticamente procesos variacionales relacionados con la Ingeniería en Alimentos a través de descripciones simplificadas de los fenómenos de la realidad.
- Desarrollar competencias genéricas y específicas de la Ingeniería en Alimentos, siendo el Cálculo Diferencial e Integral en una variable un descriptor de conocimiento.

**Evidencias
del indicador
referencial**



Figura 4: Indicador referencial en los objetivos de una planificación

En el siguiente fragmento, que pertenece a una planificación de Cálculo I, tenemos un conjunto de objetivos que no darían evidencias del indicador referencial (Figura 5).

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Interpretar, relacionar y aplicar eficientemente los conceptos y técnicas básicas del cálculo diferencial e integral en una variable.
- Realizar e interpretar las representaciones gráficas de distintos conceptos del cálculo diferencial e integral.
- Comprender, usar e interpretar el lenguaje formal y simbólico, y entender su relación con el lenguaje natural.
- Traducir del lenguaje natural al lenguaje simbólico/formal.
- Plantear, formular y resolver con una actitud razonadora y reflexiva, diversos tipos de problemas utilizando los conceptos y procedimientos vistos en Cálculo I.
- Expresarse, tanto en forma oral como escrita de manera coherente, utilizando el vocabulario propio de la asignatura.
- Construir y expresar argumentos matemáticos.
- Propiciar y valorar el esfuerzo personal y el trabajo en grupo.

Figura 5: Falta de evidencias para el indicador referencial en los objetivos de una planificación

Si bien uno de los objetivos alude a la resolución de problemas, el análisis de todos ellos en su conjunto nos muestra un posicionamiento formalista/estructuralista de la matemática. Asimismo, advertimos que se confunden propósitos con objetivos. Según Feldman (2010), los propósitos son objetivos de enseñanza (espera lograrlos el docente) o rasgos centrales de una propuesta, mientras que los objetivos son logros de aprendizaje (se espera que los alcance el estudiante). Por esta razón, los propósitos se los suele redactar en términos de intenciones y, en efecto, inician con ofrecer, facilitar, propiciar, favorecer, estimular, permitir, etc. Debido a que pretendemos evaluar resultados de aprendizajes, los propósitos no dan una base suficiente para este fin y, por ello, son necesarios los objetivos.

3.3. Los contenidos en una planificación de matemática

Los contenidos de la planificación constituyen la base sobre la cual se diseñan las actividades de enseñanza y de aprendizaje con el fin de alcanzar lo expresado en los objetivos. Al respecto, CONFEDI (2014) expresa que:

Se requiere tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país, de la sociedad y del medio laboral. De manera de sumar, a las lógicas de aprendizaje y trabajo académicas, tanto las lógicas del mundo del trabajo como las lógicas del mundo económico, social y político. (p. 17)

En consecuencia, el proceso de selección, jerarquización, organización y secuenciación de los contenidos resulta una tarea central en la planificación, y debería mostrar la articulación entre la matemática y el mundo profesional del ingeniero que se quiere formar. Normalmente el profesor *cree* que las aplicaciones a situaciones de la vida real se las encuentra el estudiante en otras asignaturas no matemáticas de la carrera. Además, suele considerar, erróneamente, que es fácil aplicar los conocimientos formales a las situaciones contextualizadas. Como indicador referencial para los contenidos tendremos:

- (3) Los contenidos deben articular adecuadamente los saberes disciplinares, propios de la matemática, con las actividades contextualizadas y de la realidad profesional del ingeniero. No podrían enunciarse, por ejemplo, sólo contenidos que aludan al saber *formalista/estructuralista* o *mecanicista/empirista* de la matemática.

Analicemos ahora un fragmento de una planificación, donde se detallan contenidos para una unidad didáctica (Figura 6). Claramente no tenemos evidencias para el indicador referencial, pues se trata de una propuesta centrada en un enfoque formalista/estructuralista, muy alejado de un contextualizado/realista, tal como se plantea desde CONFEDI (2014). Asimismo, este listado de

Indicadores de referencia para valorar planificaciones de matemática orientadas al desarrollo de competencias en ingeniería

contenidos es característico de libros de texto que corresponden a una perspectiva más tradicional de la enseñanza de la matemática, las que no guardan relación con el enfoque por competencias.

Tema N° 1: Números Reales y Funciones

- a) **Números Reales:** Conjuntos numéricos. La recta real. Valor absoluto. Propiedades. Cotas, extremos, elementos máximos y mínimos de un conjunto de números reales. Intervalos. Entornos Punto de acumulación y punto aislado.
- b) **Funciones, gráficos y aplicaciones:** Definición de función. Condición de existencia y unicidad. Dominio e imagen. Operaciones entre funciones. Funciones particulares: función constante, función identidad, función signo de (x). Representaciones gráficas. Funciones inyectivas, suryectivas y biyectivas. Función inversa. Álgebra de funciones. Función compuesta. Función par e impar. Funciones crecientes y decrecientes. Funciones explícitas e implícitas. Funciones algebraicas y trascendentes. Dominio e imagen. Gráficos asociados.



Figura 6: Ausencia de evidencias del indicador referencial en los contenidos de una planificación

En contraparte, el siguiente ejemplo muestra cómo se vería el indicador reflejado en un fragmento de contenidos a desarrollar en una planificación de matemática (Figura 7).

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad N° 01: *“Modelos funcionales en la resolución de problemas”*

Resolución de problemas que implican el uso de modelos funcionales (lineal, cuadrático, exponencial, logarítmico, potencial, trigonométricos, etc.). Modelos de crecimiento poblacional en las Ciencias Naturales. Crecimiento logístico. Problemas que implican modelos polinómicos de ajuste en las Ciencias Naturales.

Ajustes de modelos funcionales a través de planillas de cálculo. Líneas de tendencias y coeficientes de determinación. Modelización matemática en la Ingeniería en Alimentos. Cambios de registros en la resolución de problemas (registro verbal – registro tabular – registro gráfico – registro analítico).



**Evidencias
del indicador
referencial**

Figura 7: Indicador referencial en los contenidos de una planificación

Podemos advertir que se incorporaron aplicaciones de la matemática a otras ciencias, la resolución de problemas, modelización matemática, etc.

3.4. La metodología de enseñanza en una planificación de matemática

Con la metodología o estrategias de enseñanza se ponen en evidencias el conjunto de decisiones que tomó el profesor para promover los aprendizajes de los alumnos. Se trata de orientaciones generales y criterios de acción acerca del cómo se plantea enseñar los contenidos en función de los objetivos propuestos.

Si nos ubicamos en un contexto de enseñanza por competencias, se espera que la metodología coadyuve para que los alumnos se vuelvan aprendices autónomos, independientes y autorregulados, y con capacidades para aprender a aprender. Sabemos, además, que el aprendizaje por competencias es complejo y está vinculado a las emociones y la consciencia de los estudiantes, razón por la cual requiere de una cuidada planificación. Es conveniente trabajar en equipo para iniciar los cambios y pensar en *¿qué competencias quiero desarrollar en mis alumnos?*, en lugar de *¿qué quiero enseñar mañana?*

En este punto, habrá que tener presente las competencias y capacidades genéricas que son establecidas por el CONFEDI (2014) para la formación de ingenieros, pues nos orientan sobre la elección de estrategias de enseñanza. Consideremos, por ejemplo, sólo dos de ellas: “Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” y “Competencia para comunicarse con efectividad”. Para desarrollar estas competencias se tendrán que poner en juego recursos didácticos apropiados que permitan valorar capacidades desagregadas como: (a) identificar y formular problemas; (b) realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada; (c) realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado; (d) identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles; (e) utilizar creativamente las tecnologías disponibles; (f) reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos; (g) interactuar en grupos heterogéneos, apreciando y respetando la diversidad de valores, creencias y culturas de todos sus integrantes; (h) producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas, entre otras. También se requieren saberes específicos en biología, química, física y matemática (competencias específicas), que “deberán apuntar a privilegiar el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común de la ciencia y la tecnología” (CONFEDI, 2014, p. 38). Este marco de referencia nos lleva a establecer los siguientes indicadores:

- (4) En la metodología o estrategias de enseñanza, se deben incorporar actividades que favorezcan el aprendizaje activo, como el trabajo en equipo, la realización de informes, el planteo de situaciones conflictivas, la discusión y argumentación, etc., pues son lógicas del mundo del trabajo. No podrían proponerse, por ejemplo, sólo clases magistrales o de resolución de trabajos prácticos de manera individual.
- (5) Se debe incorporar variados recursos didácticos, como el estudio de casos, trabajo con proyectos, modelación matemática, uso significativo de las TIC (manejo de software, búsqueda de información, correo electrónico, documentos compartidos, videos, etc.), entre otros.

Mostramos, con un ejemplo, cómo se ponen en juego los indicadores referenciales anteriormente enunciados (Figura 8).

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

El desarrollo de la asignatura se llevará a cabo mediante clases teóricas y prácticas, utilizando software (Planilla de cálculo y GeoGebra) y con apoyo de la plataforma virtual que provee Moodle. Por otra parte, se fijarán clases de consulta para solucionar todas las dificultades que se les presenten a los estudiantes en la resolución de trabajos prácticos, estudios de caso y en todas las instancias de evaluación programadas. Si bien las clases serán de carácter teórico práctico, los procesos de enseñanza estarán centrados en los estudiantes, puesto que se concibe al aprendizaje como el resultado de un proceso sistemático y organizado, el cual tiene como propósito fundamental la reestructuración cualitativa de los esquemas, ideas, percepciones o conceptos de las personas. Asimismo, las clases serán desarrolladas partiendo de los conocimientos previos de los estudiantes con el fin de conectar esos aprendizajes en ellos y poder buscar soluciones a los problemas nuevos que se presentarán. Por ello, se considera oportuno privilegiar:

- La actividad del estudiante como una forma facilitadora del descubrimiento, del desarrollo de competencias y de la comprensión matemática,
- El saber hacer respecto al saber, promoviendo las competencias (genéricas y específicas) de los estudiantes en la resolución de problemas,
- La aplicación de los conocimientos matemáticos a problemas de la vida cotidiana, y
- La construcción de modelos matemáticos que permitieran describir y analizar fenómenos de otras disciplinas y los propios de la Ingeniería en Alimentos.

En cada unidad didáctica se presentará un estudio de caso o procesos de modelación matemática (como recursos didácticos), enmarcados en problemas propios de la Ingeniería en Alimentos. Se trabajarán en grupos de no más de 4 estudiantes. Para cada propuesta se formularán preguntas críticas que orientarán la discusión y el análisis, para realizar, posteriormente, un trabajo de tipo analítico en el que se pondrán en juego saberes y procedimientos propios del Cálculo Diferencial. Sobre estas instancias de trabajo se reconstruirán los conceptos matemáticos asociados buscando involucrar a los estudiantes en escenarios de investigación. Los trabajos serán desarrollados a través de documentos colaborativos (Google Drive) y expuestos, de manera oral, por los estudiantes. Asimismo, cada grupo de trabajo elaborará y presentará un reporte de lo realizado con base en un formato predeterminado para cada caso.

**Evidencias
de los
indicadores
referenciales**

Figura 8: Indicadores referenciales en la metodología de una planificación

3.5. Las técnicas de evaluación en una planificación de matemática

Toda evaluación requiere de información para valorar un proceso de enseñanza y aprendizaje, y más aún si pensamos que tenemos que evaluar el desarrollo de competencias (genéricas y específicas) en ingeniería. En este sentido, nuestra atención estará centrada en la realización de las tareas o actividades que fueron diseñadas para tal fin, dado que son ellas las que hacen posible valorar el desarrollo de una competencia, la que está asociada al dominio de un contenido considerado como descriptor de conocimiento.

Desde los documentos de CONFEDI (2014, p. 17) se expresa que “será necesario obtener evidencias del desarrollo de las competencias (entendidas como un hacer complejo), lo cual requerirá del diseño de situaciones de evaluación adecuadas”. Naturalmente esto implica un análisis detenido de cada una de las competencias (genéricas y específicas) definidas para cada ingeniería y las capacidades y comportamientos que podrían llegar a expresar adecuadamente el nivel de dominio adquirido. Asimismo, tendremos que establecer relaciones entre las capacidades establecidas, los

comportamientos esperados, los objetivos propuestos y los criterios de evaluación definidos para cada uno de los instrumentos de obtención de datos diseñados, pues darán información del desarrollo de las competencias.

El posicionamiento que adoptó CONFEDI (2014) implica que se evalúen competencias básicas y transversales que habitualmente no son tenidas en cuenta en la enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería, o competencias sociales, políticas y actitudinales, como por ejemplo, “competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo”, “competencia para comunicarse con efectividad”, “competencia para actuar con espíritu emprendedor”, entre otras.

Entendemos que la evaluación por competencias debe ser realista y viable para el profesor que se desempeña en matemática y en una carrera de ingeniería. Esto implica comprender el trabajo diario y complejo que se lleva a cabo en un aula, donde habitualmente el número de alumnos suele ser elevado. Utilizar rúbricas o listas de cotejo, recomendadas habitualmente para evaluar el desarrollo de competencias, no suelen ser totalmente operativas ni dinámicas cuando el número de alumnos es excesivo. No obstante, los exámenes escritos sobre contenidos teóricos y prácticos de la materia no pueden ser el único instrumento de evaluación que se utilice. En este contexto, proponemos el siguiente indicador referencial para la componente de evaluación de una planificación de matemática de una carrera de ingeniería:

- (6) Los instrumentos de evaluación deben ser variados (elaboración de informes y/o ensayos, exposiciones orales, trabajos grupales, individuales, etc.), pues evaluar competencias implica valorar el modo en que se articuló el saber (teórico, contextual y procedimental), saber hacer (formalizado, empírico y relacional) y saber ser (actividad comunicativa, valores culturales, motivaciones intrínsecas y extrínsecas, etc.). No podrían proponerse, por ejemplo, sólo exámenes parciales individuales de contenidos teóricos y prácticos de la materia (saber teórico y procedimental).

Evidencias de este indicador referencial podemos encontrarlas en el siguiente fragmento de una planificación de matemática para una carrera de ingeniería (Figura 9).

EVALUACIÓN	
Se considerarán seis instancias de evaluación que deberán aprobarse con una calificación de 8 (ocho) o más puntos para el régimen de <i>aprobación directa</i>, y con 6 (seis) o más puntos para <i>aprobación no directa</i>. En ambos casos el estudiante tendrá la posibilidad de realizar un recuperatorio. Estas instancias evaluativas comprenden los contenidos y características que seguidamente se detallan: Instancia de Evaluación N° 1: Unidades 1. Resolución de situaciones problemáticas sobre modelos funcionales vinculados a la Ingeniería en Alimentos. Instancia de Evaluación N° 2: Unidades 1 y 2. Resolución de situaciones problemáticas con presentación de Portfolio digital. (Ver la descripción de Portfolio y criterios de evaluación). Instancia de Evaluación N° 3: Unidad 3. Exposición oral de un estudio de caso referido a problemas de optimización (ver estudio de caso y criterios de evaluación). Instancia de Evaluación N° 4: Unidades 3 y 4. Resolución de situaciones problemáticas utilizando software. (Ver los criterios que se tomarán para valorar estas producciones).	
 ----- Estudio de caso Trabajo de investigación grupal (hasta 4 integrantes) empleando un documento colaborativo de Google Drive que tiene por propósito evaluar (a) competencias logradas en la resolución de problemas del mundo real, que se pueden expresar mediante herramientas del cálculo diferencial y la modelización matemática, y (b) competencias en comprensión lectora y producción de textos. Asimismo, se buscará valorar la claridad en la resolución de un problema de la Ingeniería en Alimentos, que se traduce a través de: selección adecuada de variables que intervienen, búsqueda del modelo matemático asociado, proceso de resolución seguido y estrategias puestas en juego, uso adecuado de herramientas informáticas, validación de respuesta en el contexto del problema y presentación de la solución. Con el estudio de caso se busca desarrollar (parcialmente) y evaluar la competencia específica: "Proyectar, diseñar, calcu 	Evidencias del indicador referencial

Figura 9: Indicadores referenciales en la componente de evaluación de una planificación

3.6. La bibliografía en una planificación de matemática

La bibliografía es una componente central en la planificación y es un objeto de evaluación desde los organismos encargados de la acreditación de carreras. Habitualmente se exige que exista cantidad y variedad de textos pertinentes con la carrera y mecanismos de selección y actualización del acervo bibliográfico. No obstante, si nos posicionamos en un enfoque de enseñanza por competencias, no es suficiente que cumpla con los requisitos anteriores. Podríamos tener un texto de matemática actualizado, pero posicionado en un enfoque formalista/estructuralista, lo cual no contribuye al desarrollo de competencias en ingeniería. A su vez, desde CONFEDI (2014, p. 32), se expresa que el estudiante debe “ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos (bibliotecas, librerías, Internet, centros de documentación, etc.), de seleccionar el material relevante (que sea a la vez válido y actualizado) y de hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo”.

Este posicionamiento nos lleva a establecer el siguiente indicador referencial para la bibliografía de una planificación de matemática de una carrera de ingeniería:

- (7) Incluir bibliografía actualizada, preferentemente en diferentes soportes, acorde con una enseñanza orientada al desarrollo de competencias y que incluya la resolución de problemas

contextualizados para ingeniería. No sería apropiado, por ejemplo, incluir textos que sólo tengan un enfoque formalista/estructuralista o mecanicista/empirista de la matemática.

Tampoco es recomendable que se haga un detalle extenso de todos los textos de matemática existentes en la biblioteca, pues habitualmente el profesor no se apoya en todos ellos y no contribuye a que el estudiante desarrolle competencias en lectoescritura. Es preferible establecer la bibliografía básica y en todo caso, exponer otros como ampliatoria, de profundización o de consulta.

4. Perspectivas de trabajo

Diseñar una planificación para el desarrollo de competencias requiere reflexionar sobre el modo en que estábamos enseñando y el que se nos propone actualmente. Pero esa reflexión no puede realizarse de manera aislada, sino que debe anclarse en referentes teóricos y didácticos apropiados.

En este sentido, el conjunto de indicadores referenciales que propusimos, fundamentamos y explicamos, los consideramos como el puntapié inicial para pensar la enseñanza basada en el desarrollo de competencias. Con ellos, no sólo podemos valorar una planificación de enseñanza, sino también, iniciar el proceso de reflexión de lo que habitualmente hacemos en nuestras clases y los cambios que tendríamos que incorporar para darle coherencia y una relación armónica a la propuesta de enseñanza.

Perrenoud (2009, p. 46) expresa que “es importante mostrar que, lejos de dar la espalda a los saberes, el enfoque por competencias les da una fuerza nueva, vinculándolos a las prácticas sociales, a las situaciones complejas, a los problemas. En su parte, Tobón (2013) resume acertadamente la actuación de las personas involucradas en una planificación centrada en el enfoque por competencias:

La actuación debe ser asumida como un proceso integral donde se teje y entreteje el sentido de reto y la motivación por lograr un objetivo, con base en la confianza en las propias capacidades y el apoyo social (saber ser), con la conceptualización, la comprensión del contexto y la identificación clara de las actividades y problemas por resolver (saber conocer), para ejecutar un conjunto planeado de acciones mediadas por procedimientos, técnicas y estrategias, con autoevaluación y corrección constante (saber hacer), teniendo en cuenta las consecuencias de los actos. (p. 99)

La importancia de proponer alternativas para la enseñanza y el aprendizaje centrados en el Enfoque por Competencias en las carreras de Ingeniería no sólo responde a un cambio de paradigma educativo en el Nivel Universitario, sino que también se debe a que los procesos de acreditación en estas carreras se basarán en competencias (Kowalski, Posluszny, López, Erck y Enríquez, 2016).

Referencias

- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*, 161, 34-39.
- CONFEDI (2014). *Competencias en ingeniería*. Mar del Plata, Argentina: Universidad FASTA.
- CONFEDI (2016). *Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación* (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Bogotá, Colombia: ASIBEI.
- CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina - Libro rojo de CONFEDI*. Rosario, Argentina: CONFEDI. Disponible <https://confedi.org.ar/librorojo/>
- Díaz Barriga, A. (2005). El enfoque por competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? *Perfiles educativos*, 28(111), 7-36.
- Feldman, D. (2010). *Aportes para el desarrollo curricular: Didáctica general*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación.
- Gimeno Sacristán, J. (2008). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid, España: Morata.
- Giordano-Lerena, R. y Cirimelo, S. (2013). Competencias en ingeniería y eficacia institucional. *Ingeniería Solidaria*, 9(16), 119-127.
- Irigoyen, J. J.; Jiménez, M. y Acuña, K. (2011). Competencias y educación superior. *RMIE*, 16(48), 243-266.
- Kowalski, V.; Posluszny, J. A.; López, J. L.; Erck, M. y Enriquez, H. (2016). Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino? *Revista Argentina de Ingeniería* 5 (7), 130-141.
- López Ruiz, J. I. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. *Revista de educación*, 356, 279-301.
- Mason, J. & Johnston-Wilder, S. (2004). *Designing and Using Mathematical Tasks*. London, England: Tarquin.
- Perrenoud, P. (2009). Enfoque por competencias ¿una respuesta al fracaso escolar? *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 16, 45-64.

- Pochulu, M. y Abrate, R. (2018). Configuraciones de clases de matemática en el nivel superior. En M. Pochulu, (Comp.), *Relatos de investigación y experiencias docentes en Educación Matemática* (pp. 9-14). Villa María, Argentina: GIDED - UNVM.
- Pochulu, M; Abrate, R. y Alcoba, M. (2014). Una experiencia con escenarios de investigación para la alfabetización matemática en carreras de ingeniería. *Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina: Organización de los Estados Iberoamericanos. Disponible en <http://www.oei.es/historico/congreso2014/contenedor.php?ref=memorias#16>
- Rodríguez, M.; Pochulu, M. y Ceccarini, A. (2011). Criterios para organizar la enseñanza de Matemática Superior que favorecen la comprensión. Un ejemplo sobre aproximaciones polinómicas de funciones. *Educação Matemática Pesquisa*, 13(3), 461-487.
- Rodríguez Zambrano, H. (2007). El paradigma de las competencias hacia la educación superior. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 15 (1), 145-165.
- Seluy, S y Zucarelli, A (2017). Evolución del Rendimiento Académico de los Alumnos de Matemática en Primer Año de las Carreras de Ingeniería a partir de la Incorporación de Estrategias de Enseñanza. En P. Có (Ed), *XX Encuentro Nacional y XII Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería* (pp. 737-726). Santiago de Estero. Argentina: Lucrecia.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ta. Ed.). Bogotá: ECOE.
- Trejo, E. T.; Camarena, P. C. y Trejo, N. T. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11 (1), 397-424.
- Tzur, R.; Sullivan, P. & Zaslavsky, O. (2008). Examining teachers' use of (non-routine) mathematical tasks in classrooms from three complementary perspectives: Teacher, teacher educator, researcher. In O. Figueras & A. Sepúlveda (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, and the 30th North American Chapter* (pp. 133-137). Ciudad de México, México: PME.



Zaslavsky, O. & Sullivan, P. (2011). *Constructing knowledge for teaching: Secondary mathematics tasks to enhance prospective and practicing teacher learning*. New York, United States of America: Springer.