



COMPETENCIAS PARA EL MODELADO MATEMÁTICO: ENTRE LO NORMATIVO Y LO PERCEPTIVO¹

Víctor Kowalski; Iván Santelices Malfanti; Darío Enríquez; Mercedes Erck

¹Trabajo de Investigación

Resumen

La resolución de problemas de ingeniería, sea en el ámbito formativo o en el profesional, sigue una serie de pasos, entre los cuales el Modelado tiene especial importancia. De las diversas formas de modelar una situación profesional, el Modelado Matemático ocupa un lugar irremplazable en los problemas que se resuelven a través de las herramientas de la disciplina Investigación Operativa. Esta importancia puede ser percibida en las normativas de acreditación de carreras de ingeniería, así como en otros documentos relacionados con la Formación por Competencias. Por ejemplo el documento que emitió la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería en el cual recomendó como síntesis de las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano que el CONFEDI de Argentina había aprobado en 2007. Sin embargo, los alumnos que arriban a la asignatura Investigación Operativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, y a su equivalente de la Facultad de Ingeniería la Universidad del Bío-Bío de Chile frecuentemente presentan dificultades con el Modelado Matemático. Este trabajo presenta los resultados de una actividad de investigación de ambas carreras, desde el enfoque de la Formación por Competencias, sobre el Modelado Matemático. A partir de la investigación documental, así como de los resultados de la percepción de los estudiantes, se observa que existen inconsistencias entre lo que debería ser una adecuada conceptualización del Modelado Matemático, basado en lo normativo, y lo que realmente ocurre en las aulas.

Palabras Clave:

Modelado Matemático –Ingeniería Industrial – Formación por Competencias

Introducción

El presente trabajo surge a partir del análisis de un problema que se presenta en dos asignaturas semejantes de dos carreras de ingeniería industrial, una de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FIUNaM) de Argentina y otra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío (FIUBB) de Chile. La disciplina conocida como Investigación Operativa (IO) se imparte como asignatura en los planes de estudios vigentes, en la FIUNaM bajo el nombre de Investigación Operativa y en la FIUBB bajo el nombre de Optimización Lineal. En la FIUNaM IO se encuentra en el marco de un proyecto de investigación orientado a la Formación por Competencias (FPC) desde hace más de cinco años. En tanto en la FIUBB la



carrera se encuentra dentro de un Modelo de FPC de la universidad, e IO lleva dos años dentro del nuevo enfoque. La IO es una disciplina consolidada que actualmente es parte de programas educativos de grado y posgrado, así como de actividades de investigación, en el campo de las matemáticas, la ingeniería industrial, la economía, la administración y de la ingeniería en sistemas, entre otros. En la formación del ingeniero industrial, en particular sus contenidos o saberes en un sentido amplio, son requisitos esenciales.

La resolución de problemas de ingeniería, sea en el ámbito formativo o en el profesional, sigue una serie de pasos, que comienza con la identificación y definición del problema, y culmina con la implementación de una solución, la cual a su vez es evaluada en cuanto a su factibilidad (Anderson et al., 2011). Dentro de estos pasos existe una parte analítica, en la cual el Modelado tiene especial importancia. De las diversas formas de modelar una situación profesional, el Modelado Matemático ocupa un lugar irremplazable en los problemas que se resuelven a través de las herramientas de la disciplina Investigación Operativa. Para Pidd (2003) “Un modelo es una representación explícita y externa de parte de la realidad como la ven las personas que desean usar el modelo para entender, cambiar, gestionar y controlar dicha parte de la realidad”. En tanto Niss, Blum y Galbraith (2007) sostienen que el Modelado Matemático es un proceso que ocurre entre la matemática y el mundo extra-matemático, es decir, el “mundo real”.

Por otra parte, desarrollar procesos implica ser competente para ello, lo cual no se resuelve con el mero aprendizaje de contenidos. Por esta razón, modelar matemáticamente está asociada con el verbo, no con el objeto de conocimiento, a pesar que este último es también una parte fundamental. Esto requiere entrenamiento, ya que el desarrollo de estos procesos implica la articulación de diversos saberes-hacer o dominios: Cognitivos, Psicomotrices y Afectivos o Relacionales (Kennedy, 2007). Es así que este proceso está estrechamente vinculado con la creatividad y la capacidad de abstracción, y no sigue un proceso lineal estructurado (Blum y Borromeo-Ferri, 2009).

Sin embargo, los alumnos que arriban a la asignatura Investigación Operativa de la FIUNaM y a Optimización Lineal de la FIUBB constantemente presentan dificultades con el Modelado Matemático, en cuanto a su condición de saber previo. Ello conduce a que en ambas asignaturas deba invertirse un tiempo considerable en la formación de competencias y capacidades relacionadas con la conceptualización del Modelado Matemático en general, para luego pasar a la aplicación específica en la disciplina IO.

Este trabajo tiene por objetivo presentar los resultados parciales y preliminares de una actividad de investigación de ambas asignaturas, desde el enfoque de la Formación por Competencias, sobre el Modelado Matemático.

Metodología

El presente trabajo forma parte de un proyecto actualmente en desarrollo y que se enmarca en el paradigma pragmático de investigación, con un enfoque mixto, es decir que se utilizan métodos



cuantitativos y cualitativos. Particularmente en esta instancia se utilizan como métodos, la investigación documental y la encuesta. La revisión documental consistió en el análisis de los documentos que regulan los procesos de acreditación a nivel nacional e internacional. También se analizó un documento relacionado al marco conceptual de la Formación por Competencias de carreras de ingeniería.

En cuanto a la encuestas se utilizaron cuestionarios semiestructurados, siendo la población de estudio la totalidad de los alumnos de IO de ambas carreras que cursaron en el año 2016.

Resultados y Discusión

El Modelado en los marcos formales

Existen por lo menos cuatro documentos que deben ser considerados en la revisión documental sobre el modelado. En Argentina la norma que regula los procesos de acreditación de carreras de ingeniería industrial es la Res ME 1054/02 (Argentina, 2002), y estos procesos son llevados adelante por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Se trata de un sistema que tiene por lo menos tres características significativas: en primer lugar es un proceso *obligatorio*, diferente de otros países donde el proceso es voluntario; en segundo lugar es *inclusivo*, ya que no excluye a las carreras con dificultades al permitirles elaborar planes de mejoramiento, y en tercer lugar tiene una *noción de calidad general* construida a partir la participación de la mayoría de los actores del sistema universitario (CONEAU, 2012).

En tanto en Chile, la Ley 20.129 del Ministerio de Educación establece un Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior en donde por medio de artículo N° 6 se crea la Comisión Nacional de Acreditación (CNA), cuya función es verificar y promover la calidad de Universidades, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica, además de las carreras y programas que ellos ofrecen. Para ello, la CNA tiene la facultad de autorizar y supervisar el funcionamiento de las agencias de acreditación, las que deben cumplir con llevar a cabo los criterios de evaluación según resolución excenta N° DJ 009-4. Es necesario hacer hincapié que bajo la misma ley y según el artículo N°26, la opción de los procesos de acreditación de carreras y programas de pregrado será voluntaria.



En segundo lugar se encuentra el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias del Mercosur, denominado ARCU-SUR, que se ocupa de la evaluación y acreditación de carreras universitarias, teniendo a la Red de Agencias Nacionales de Acreditación (RANA) en el ámbito del Sector Educativo del MERCOSUR como órgano de gestión. El sistema ARCU-SUR tiene dos documentos a través de los cuales se organiza el proceso de acreditación: el primero es la Guía de Autoevaluación para carreras de Ingeniería y el segundo presenta los Criterios de Calidad para la Titulación Ingeniería. Estos criterios son más exigentes que los utilizados en la Argentina por la CONEAU.

Luego debe considerarse la “Declaración de Valparaíso” por medio de la cual la Asamblea General de la Asociación Iberoamericana de Entidades de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) adopta como propias, en noviembre de 2013 (Anónimo, 2014), las Competencias Genéricas que habían sido establecidas por el CONFEDI en la Argentina en el año 2006.

Finalmente, existe un documento que surge del avance de CONFEDI sobre las Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios. Este documento, suscripto por Asociaciones, Consejos, Entes, Redes y Foros de Decanos (AUDEAS, CONADEV, CUCEN, etc.), vinculadas a carreras que deben ser sometidas a procesos de acreditación establecen “un punto de partida mínimo a partir del cual se pueden desarrollar los currículos para lograr las competencias de egreso” (Anónimo, 2014). En todas las citas siguientes de los documentos mencionados se indica con negritas la referencia expresa al modelado.

El primer documento (Res ME 1054/02) se divide en cinco anexos: Anexo I: Contenidos Curriculares Básicos; Anexo II: Carga Horaria Mínima; Anexo III: Criterios de Intensidad de la Formación Práctica; Anexo IV: Estándares para la Acreditación; y Anexo V: Actividades Reservadas al Título. En el Anexo I, cuando se refiere a las Ciencias Básicas, se hace la única mención al modelado: “El objetivo de los estudios en matemáticas es contribuir a la formación lógico-deductiva del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita **modelar** los fenómenos de la naturaleza”. En tanto, para las Tecnologías Aplicadas, establece la obligatoriedad de contenidos de Investigación Operativa, así como de Optimización y Control.

El documento “Criterios de Calidad para la Acreditación ARCU SUR” (ARCU SUR, 2015) en la Dimensión 2 – Proyecto Académico, Componente 2.1 – Objetivo, Perfil y Plan de Estudios, Criterio 2.1.6 – Contenido Curricular, respecto de Matemática, afirma que su objetivo es “contribuir al pensamiento lógico deductivo y proporcionar un lenguaje que permita **modelar** los fenómenos de la naturaleza”. Seguidamente, respecto de las Ciencias de la Ingeniería, el criterio enuncia que “Son ciencias a través de las cuales los fenómenos naturales relevantes a la Ingeniería son **modelados matemáticamente** en formas aptas para su control y utilización en sistemas o procesos físicos”. Luego incluye en estas ciencias “algunas aplicaciones matemáticas a procesos o sistemas informáticos y otras formas de **modelado matemático**, necesarias para el diseño, control y optimización”. Finalmente, dentro de la misma Dimensión, en el Componente 2.2 –



Procesos de enseñanza y aprendizaje, Criterio 2.2.6 –Uso de la informática como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, afirma que “La carrera debe contar con apoyo informático suficiente y necesario en las actividades docentes y las aplicaciones en: diseño, simulación, manejo de **modelos** y procesamiento de datos”.

El tercer documento examinado, es la “Declaración de Valparaíso”, el cual divide las Competencias Genéricas en cinco Competencias Tecnológicas e igual cantidad de Competencias Sociales Políticas y Actitudinales. El esquema adoptado es que cada Competencia Genérica está compuesta por “Capacidades Asociadas Integradas”, en una cantidad no inferior a dos ni superior a cuatro. Las Capacidades Asociadas Integradas a su vez están compuestas por “Capacidades Componentes”, en una cantidad no inferior a dos ni superior a nueve. Si bien la palabra “modelado” no figura a nivel de Competencia Genérica ni como Capacidad Asociada Integrada, aparece en dos Capacidades Componentes. La primera Capacidad Componente es “1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el **modelado**”, que integra la Capacidad Asociada Integrada “1.c. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución”, correspondiente a la primera Competencia Tecnológica “Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería”. En tanto, la segunda Capacidad Componente es “2.b.4. Ser capaz de **modelar** el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, **modelos** físicos, prototipos, ensayos, etc.)”, que forma parte de la Capacidad Asociada Integrada “2.b. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería”, de la segunda Competencia Tecnológica “Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)”.

El cuarto y último documento examinado, “Competencias requeridas para el “Ingreso a los Estudios Universitarios” en la Argentina, divide a las Competencias de Acceso en Básicas, Transversales y Específicas. Dentro de las Competencias Transversales, la segunda referida a “Destrezas Cognitivas Generales”, la cuarta competencia (de ocho en total), expresa como segundo Indicador de Logro “Utiliza la teoría para **modelizar** con vistas a generalizar a partir de fenómenos o situaciones independientes”. En tanto, entre las Competencias Específicas que son cuatro, la segunda sostiene que el ingresante debe ser competente para “Resolver problemas sencillos en Matemática, Física o Química aplicando **modelos** matemáticos”.

Resumiendo, el Modelado en general y el Modelado Matemático en particular, están presentes, en las normativas mencionadas, con diferentes concepciones, y consecuentemente “debe” existir formación en el Modelado Matemático de acuerdo a los objetivos que se propone una carrera de ingeniería industrial.

Situación curricular del Modelado y de Investigación Operativa en la FIUNaM y la FIUBB

La disciplina conocida como Investigación Operativa (o Investigación de Operaciones) se imparte como asignatura en los planes de estudios vigentes, en la FIUNaM bajo el nombre de Investigación Operativa se encuentra ubicada en el primer semestre del 4to año de la carrera, en tanto en la FIUBB bajo el nombre de Optimización Lineal y se encuentra ubicada en el segundo semestre de 3er año. Ambas carreras tienen a su vez asignaturas previas donde se desarrollan



contenidos específicos relacionados con la Modelación. En el caso de la FIUNaM la asignatura se denomina Modelación en Ingeniería, es de cursado anual y se encuentra en el 3º año. En tanto en la FIUBB la asignatura se denomina Introducción a la Ingeniería Industrial y se ubica en el 1er semestre de 1er año. El inconveniente es que en el caso de la FIUNaM no se exige como requisito previo ni el cursado ni la aprobación de Modelación en Ingeniería para cursar Investigación Operativa. En tanto en la FIUBB existen cuatro semestres entre Introducción a la Ingeniería Industrial y Optimización Lineal. Esto, en principio, no debería ser un inconveniente, si los contenidos del resto de las asignaturas fueran enfocados a la modelación matemática de diversos fenómenos de la naturaleza relacionados a la ingeniería. Se trata de las clásicas asignaturas del área matemática con contenidos de álgebra, análisis matemático, ecuaciones diferenciales, estadística, entre otros, así como del área física, con contenidos de física mecánica, electromagnetismo, calor, termodinámica, entre otros. En ambas carreras los alumnos deben cursar y/o aprobar algunas de estas asignaturas previamente a IO., mientras que otras, a pesar de ser previas no tienen dicha obligación.

Para investigar este tema se recurre al análisis de los contenidos mínimos de estas asignaturas en el Plan de Estudios de la FIUNaM, así como lo expuesto por los docentes en las fichas de actividades curriculares que fueron completadas para el último proceso de acreditación de Ingeniería Industrial de la FIUNaM. Por razones de espacio se analizará solamente el caso de la FIUNaM, aunque en la FIUBB se encuentran situaciones semejantes.

En la Resolución CS 068/98 que aprueba el Plan de Estudio 1999 de ingeniería industrial (UNaM, 1998), en el Anexo VI, de 16 asignaturas que se desarrollan en forma previa o en paralelo con Modelación en Ingeniería, solamente figura como referencia al Modelado en 3 de ellas. Por otra parte, en las fichas curriculares de dichas asignaturas solamente se hace referencia al Modelado en 2 de ellas. Para una de las asignaturas hay coincidencia entre la normativa y las fichas. En cambio, una asignatura que no tiene referencia al Modelado en la normativa sí lo tiene en su ficha curricular. Finalmente en dos asignaturas que tienen al Modelado en la normativa, no lo tiene en las fichas curriculares. Estos últimos casos implican el no cumplimiento de lo establecido en el Plan de Estudio.

Finalmente, y tan solo a modo de ejemplo, tomando el caso de Cálculo 1, en la ficha curricular de dicha asignatura en la bibliografía se presentan 17 libros de texto diferentes con ediciones comprendidas entre el año 1970 y 2004. Uno de ellos es de autoría de James Stewart, denominado Cálculo de una Variable, edición del año 2002, aunque en la Biblioteca de la FIUNaM figuran ediciones posteriores. En la sexta edición en español de dicho texto, el primer capítulo se denomina Funciones y Modelos, y en el segundo apartado se define qué es lo Modelado Matemático, se indica gráficamente su proceso, se presentan diferentes modelos matemáticos, y la ejercitación propuesta recorre diversas aplicaciones del mundo real (Stewart, 2008).



El Modelado en la concepción de los alumnos de la FIUNaM y la FIUBB

Pasando de lo que figura en los diversos documentos mencionados a las aulas, que es donde se forman los ingenieros industriales (además de otros ámbitos), los alumnos llegan a IO en ambas instituciones y los docentes deben enseñar técnicas de la disciplina usando modelos matemáticos y se encuentran con grandes dificultades. Para ver cómo se percibe el Modelado en general y el Modelado Matemático en particular en los alumnos se recurrió a aplicar un estudio exploratorio.

Al inicio de las actividades en cada curso de IO, correspondiente a 2016, se presentó un cuestionario semi-estructurado idéntico a 16 estudiantes en el caso de la FIUNaM y 10 estudiantes en la FIUBB. El cuestionario consistió en una serie de preguntas orientadas a responder el siguiente interrogante general: ¿Cuál es la apreciación de los alumnos de ambas instituciones respecto a los conceptos de modelación y Modelado Matemático? Respecto al concepto de modelación, 15 alumnos de la FIUNaM opinaron tener poco o regular conocimiento; un alumno expresó tener conocimiento alto. De manera similar, todos los estudiantes consultados en la FIUBB expresaron tener poco, regular o ningún conocimiento sobre este concepto. Respecto al Modelado Matemático, todos los alumnos encuestados, tanto en la FIUNaM como en la FIUBB, opinaron tener regular o menor conocimiento.

Se realizó un análisis cluster (o de conglomerados) con el objetivo de caracterizar a los alumnos de los cursos de IO de ambas carreras, para indagar con mayor detalle en sus nociones sobre la modelación y Modelado Matemático. El análisis cluster corresponde a un método multivariante factorial que permite clasificar un grupo de individuos, cada uno representado con n-variables, de manera que en una categoría los individuos sean altamente similares y entre categorías sean altamente diferentes (Everitt et al., 2011). Si bien el análisis cluster, junto con otros análisis multivariantes, se utilizan frecuentemente para analizar lotes de datos de grandes dimensiones, en lo que se conoce como *data mining* (ibid.), es un método de tipo exploratorio, que permite obtener un modelo para representar un conjunto de datos multidimensionales (García, 2008). Se consideró apropiado su uso en esta instancia, cuyo propósito es exploratorio, es decir no se busca confirmar ni efectuar generalizaciones

Se categorizó a los alumnos de cada curso en cuatro clusters o conglomerados, de acuerdo a sus opiniones respecto a los siguientes interrogantes: a) si distinguen los conceptos de modelación y Modelado Matemático; b) si perciben el uso de Modelado Matemático en asignaturas de los tres primeros años de la carrera; c) si dan ejemplos acertados o no del uso de Modelado Matemático en esas asignaturas. Los procedimientos que se siguieron fueron los que presenta Winston (2014), para modelar y optimizar en hojas de cálculo.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los estudiantes identificaron el uso de Modelado Matemático en asignaturas de los años anteriores de su carrera, aunque en gran parte la vinculación se relaciona con la asignatura Modelación en Ingeniería o Introducción a la Ingeniería Industrial, para la FIUNaM y la FIUBB, respectivamente. Una gran parte reconoció la relación entre los conceptos de modelación y Modelado Matemático, aunque hubo dificultades para dar ejemplos correctos de uso de la Modelado Matemático. De los alumnos de la FIUNaM



que reconocieron la utilización de Modelación Matemática en cursos anteriores a IO, 60% mostró inconvenientes para dar ejemplos apropiados de su uso. En la FIUBB este mismo indicador tuvo mejor resultado, disminuyendo a un 17%. Además, se observó también que algunos alumnos no expresaron respuestas satisfactorias a todas las preguntas. Estos resultados, a nivel exploratorio, podrían indicar falencias en ambas instituciones, teniendo en cuenta el número y características de las asignaturas que los alumnos ya cursaron, y que ya deberían haber pasado por varios de los niveles del dominio cognitivo respecto al modelado.

Conclusiones

Los resultados del estudio exploratorio dan indicios de que hay alumnos que no perciben que en la resolución de numerosos problemas que resuelven desde el ingreso a la carrera están utilizando el Modelado Matemático, aunque muchas veces no en forma sistematizada. Por ello, las dificultades que representa el Modelado Matemático para los alumnos que cursan Investigación Operativa, tienen su origen desde el primer día de clases de la carrera, y se transforma en un problema que trasciende los límites de Investigación Operativa, o de cualquier otra asignatura que requiera del Modelado Matemático para formar ingenieros competentes.

Por otra parte, se observa que existe una brecha entre lo que indican las normas indagadas e interpretadas, y la percepción de los estudiantes de Investigación Operativa de ambas carreras. Esta brecha indica la existencia de un problema a resolver y no la búsqueda de responsables. Se pueden proponer varias explicaciones del porqué existe esta situación. La más ingenua podría ser que el verbo “modelizar”, en el sentido propuesto, no lleva más de cinco años incorporado al diccionario de la Real Academia Española (aunque desde hace mucho existe el verbo “modelar”, pero con otro sentido), y por lo tanto es algo nuevo. Otras podrían dirigirse a cuestiones vinculadas con la formación de los docentes de la carrera, o a la complejidad que representa el proceso de modelado. En tanto otras, a modo de justificación, estarían centradas en la falta de consideración de estas cuestiones en los diseños curriculares, donde sí se debe reconocer la responsabilidad de todo el colectivo de una institución.

Desde ya que este trabajo no se propone como una crítica, porque los propios autores también tienen alguna responsabilidad en esta cuestión. En cambio se propone como la formulación clara y fundamentada de la existencia de un problema que debe ser abordado si se pretende mejorar la calidad de la formación de los ingenieros industriales, y sobre todo que se encuentre en sintonía con las realidades y demandas de la sociedad actual.

Referencias



- Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., Camm, J., Martin, K. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*. 11 ed. México: Cengage Learning.
- Anónimo. Documentos de CONFEDI. (2014). *Competencias en Ingeniería*. 1a ed. Mar del Plata: Universidad Fasta.
- ARCU-SUR (2015). *Criterios de Calidad para la Acreditación ARCU-SUR. Ingeniería*. Recuperado de: <http://edu.mercosur.int/arcusur/index.php/es/descripcion>.
- Argentina. Ministerio de Educación (2002). *Resolución 1054/02. Estándares para la acreditación de Ingeniería Industrial*. Buenos Aires: Boletín Oficial N°30.014.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, 1(1), 45-48.
- CONEAU - Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria. (2012). *La Coneau y el sistema universitario argentino: memoria 1996-2011*. 1a ed. Buenos Aires: CONEAU.
- Everitt, B. S.; Landau, S.; Leese, M. & Stahl, D. (2011). *Cluster analysis*. 5ed. United Kingdom: Wiley.
- García, R.M. (2008). *Inferencia estadística y diseño de experimentos*. 1ed. Buenos Aires: Eudeba.
- Kennedy, D. (2007). *Redactar y utilizar resultados de aprendizaje*. Cork: University College Cork.
- Niss, M., Blum, W., Galbraith, P. y Henn, W. (Eds). (2007). Modelling and Applications. In *Mathematics Education – the 14th ICMI study*. New York: Springer. pp 3-32.
- Pidd, M. (2003). *Tools for Thinking Modelling in Management Science*. 2. ed. London: Wiley.
- Stewart, J. (2008). *Cálculo de una Variable: Trascendentes Tempranas*. 6 ed. México: Cengage Learning.
- Universidad Nacional de Misiones (1998). Resolución N° 068/98 del Consejo Superior de la UNaM. *Pla de Estudios 1999 de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UNaM*. Posadas: UNaM
- Winston, W. (2014). *Marketing analytics: data-driven techniques with Microsoft Excel*. Indianapolis: Wiley.