

IDONEIDAD DIDÁCTICA DE UN PROCESO DE INSTRUCCIÓN EN UNA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA CON PROYECTOS

Stella Maris Figueroa, Sandra Baccelli y Gloria Prieto.

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería.

Argentina

stellafigueroa@gmail.com, sbaccelli@gmail.com, gloriaprieto1@gmail.com

Resumen. Este trabajo tiene por objetivo presentar una valoración de un proceso de instrucción de estadística con proyectos, propuesto a estudiantes de Estadística en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, bajo el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática. Esta valoración se realizó a partir del análisis de la idoneidad didáctica en la dimensión cognitiva. Las producciones de los alumnos fueron analizadas con una rúbrica diseñada para la evaluación de proyectos. Durante el proceso, los resultados del análisis de la componente Aprendizaje en la idoneidad cognitiva, arrojaron una buena valoración en los indicadores *comprensión situacional, conceptual y proposicional*, pero una baja valoración en la *fluencia procedimental*, en las *competencias comunicativa y argumentativa*. Las mismas pudieron ser optimizadas con la propuesta solicitada a los estudiantes al analizar las dificultades encontradas en los trabajos para otra presentación posterior, con el agregado de una reflexión de todo el proceso. El análisis de estas reflexiones produjo una alta valoración en la competencia metacognitiva.

Palabras clave: estadística, proceso investigativo, evaluación, idoneidad cognitiva

Abstract. This work aims to present an assessment of a statistical process instruction with proposed projects for students of Statistics at the Faculty of Engineering of the National University of Mar del Plata, Argentina, under the Ontosemiotic Approach of Knowledge and Mathematics Instruction. This assessment was carried out from the analysis of the didactic suitability in the cognitive dimension. The students' productions were analyzed with a rubric designed to evaluate projects. During the process, the analysis results of the Learning component in the cognitive suitability showed a good valuation in indicators such as situational, conceptual and propositional comprehension, but a low valuation in procedural fluency and communicative and argumentative skills. The same ones could be optimized with the proposal requested to the students when analyzing the difficulties found in the works for another later presentation, by adding a reflection of the entire process. The analysis of these reflections produced a high valuation on metacognitive competence.

Key words: statistics, research process, assessment, cognitive suitability.

Introducción

Durante los últimos años, la industria ha reconocido que debe mejorar en forma radical la calidad de sus productos si planea competir eficazmente en todos los mercados. Una parte importante de este esfuerzo de mejora de la calidad y de la productividad se centra en el quehacer profesional del ingeniero, que controla las actividades de diseño y desarrollo de productos y procesos, los sistemas de manufactura y las operaciones que se llevan a cabo para entregar productos al consumidor. Las herramientas estadísticas desempeñan un papel vital para que estos trabajos puedan efectuarse de manera más eficaz. Consecuentemente con estos requerimientos, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, (Morano y cols 2006) propone la adquisición de un aprendizaje por competencias. Dichas competencias están relacionadas con el área Estadística desde una perspectiva instrumental.

El punto de vista que considera a la Estadística como una herramienta, es compartido por especialistas en didáctica de la Estadística, como Batanero (2001) y Gal (2002), entre otros. Gal (op.cit.) afirma que el razonamiento estadístico ayuda a comprender el por qué y el cómo se realizan las investigaciones estadísticas. Este razonamiento incluye el reconocimiento de todas las

etapas del proceso investigativo completo: la formulación de la pregunta de investigación, la recolección de los datos, la selección de la técnica para analizarlos, la prueba de hipótesis, la elaboración de conclusiones en base a la información analizada y la toma posterior de decisiones.

El estudiante, al cambiar el aprendizaje memorístico o por repetición por un aprendizaje en el cual puede incorporar el conocimiento nuevo a las estructuras previas del conocimiento, aprende algo que adquiere significado a partir de lo que ya sabe y puede establecer un compromiso afectivo para relacionar el nuevo conocimiento con el aprendizaje previo.

Una enseñanza de la Estadística basada en proyectos de análisis de datos, aplica el razonamiento estadístico que tiende hacia el aprendizaje significativo de conceptos y representaciones, a su interpretación, al estudio de la variabilidad de los datos, a la ejercitación de las técnicas y a la mejora en sus capacidades de argumentación, formulación de conjeturas y validación. Estas capacidades se orientan hacia la adquisición de las competencias requeridas para la formación del ingeniero.

En la Figura 1, se presentan los pasos necesarios para una enseñanza de la Estadística con proyectos, en un esquema diseñado a partir del propuesto por Pimienta (2003, citado en Arteaga, 2011, p. 33).

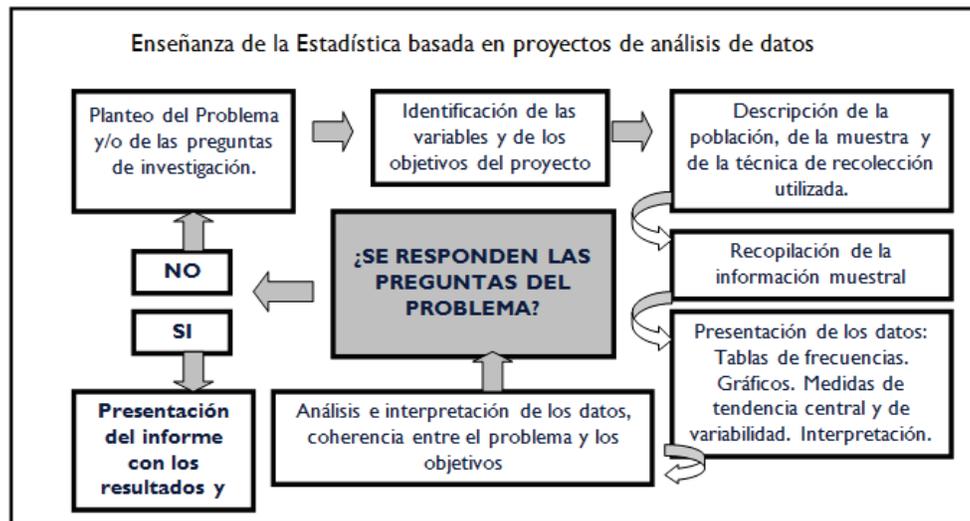


Figura 1. Esquema de los pasos para una enseñanza de la Estadística basada en proyectos de análisis de datos.

Estos pasos para la elaboración de proyectos, pueden pensarse como habilidades a desarrollar por los estudiantes y en este trabajo fueron consideradas como criterios para la construcción de una rúbrica. La misma se diseñó a partir de las recomendaciones señaladas por Batanero y Díaz (2011), donde también se describió el nivel de aplicación (calidad) de cada criterio.

La evaluación de los proyectos es formativa, y se produce durante todo el proceso de instrucción. Debido a la complejidad que comprende la evaluación de proyectos y para unificar puntos de vista entre profesores y estudiantes, se presenta esta rúbrica para evaluarlos, siendo el objetivo de esta investigación obtener una valoración de la idoneidad didáctica de este proceso instruccional en la dimensión cognitiva. La idoneidad cognitiva es el grado en que los significados implementados (o pretendidos) están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/ implementados.

Para comenzar el análisis, se estudia la componente Aprendizaje de la guía propuesta por Godino (2011). Esta componente tiene en cuenta los mismos elementos que se consideran en la idoneidad epistémica: situaciones-problema, lenguajes, conceptos, procedimientos, proposiciones, argumentos y relaciones entre los mismos. Sus indicadores se describen en la Tabla 1.

Componente	Indicadores
Aprendizaje	<p>Los diversos modos de evaluación indican que los alumnos logran la apropiación de los conocimientos pretendidos (incluyendo comprensión y competencia).</p> <p>Comprensión conceptual y proposicional; competencia comunicativa y argumentativa; fluencia procedimental; comprensión situacional; competencia metacognitiva</p> <p>La evaluación tiene en cuenta distintos niveles de comprensión y competencia</p> <p>Los resultados de las evaluaciones se difunden y usan para tomar decisiones.</p>

Fuente: Godino (2011) Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. (CIAEM) XIII.

Tabla1: Indicadores de la componente Aprendizaje en la idoneidad cognitiva.

Metodología

Participantes

La población objetivo es la de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la cátedra de Estadística Básica, que se concreta en los alumnos de la cohorte 2013 de dicha Facultad de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Variables e Instrumentos

- ❖ Criterios considerados para la evaluación de los proyectos y sus niveles de aplicación.
- ❖ Idoneidad cognitiva de un proceso de instrucción, medida a través de la componente Aprendizaje con el indicador 2, especificado en la Tabla 1.

Procedimiento

Se consideró la componente aprendizaje porque tiene en cuenta los mismos elementos que se tienen en la idoneidad epistémica: situaciones-problema, lenguajes, conceptos, procedimientos, proposiciones, argumentos y relaciones entre los mismos.

Como puede observarse en la Tabla 1, el indicador 2 de la componente Aprendizaje, se subdivide en competencias. La competencia metacognitiva fue analizada posteriormente, luego de las modificaciones que los estudiantes hicieron en los trabajos, mediante una encuesta que indaga sobre la reflexión del proceso de instrucción: su experiencia, limitaciones del trabajo y sugerencias de cómo mejorar el diseño o el análisis.

Se estableció una correspondencia entre las competencias del indicador 2 con los criterios considerados en la evaluación de los proyectos, agrupados según la naturaleza de cada competencia. Para las competencias se utilizaron los niveles de aplicación: alto (2), bueno (1) y bajo (0), similares a los niveles dados en la rúbrica: Calidad Muy buena (2), buena (1), no aceptable (regular, malo o sin resolver) (0), como se muestra en la Tabla 2.

Competencias	Niveles Criterios de la rúbrica	Nivel alto (2)	Nivel bueno (1)	Nivel bajo (0)	
		Calidad Muy buena (2)	Calidad Buena (1)	Calidad Regular No aceptable (0)	Calidad Mala o sin resolver (0)
Comprensión situacional	1. Definición del Problema o pregunta de investigación	Define con claridad el problema. Le permite saber qué es lo que desea resolver estadísticamente.	Define con cierta claridad el problema. Le permite saber, de alguna manera, qué información obtendrá estadísticamente	La definición del problema no es clara. Hay dificultad para saber lo que se tiene que resolver.	No hay definición del problema. No es posible saber lo que se tiene que resolver.
	2. Objetivos del proyecto	Los objetivos son claros y precisos. Están relacionados con el problema y las variables que intervienen.. Son posibles de cumplir, medir y evaluar.	Los objetivos son claros y precisos. Están relacionados con el problema y las variables que intervienen. Existe cierta dificultad para su medición y evaluación.	Se establecen objetivos para el proyecto pero no permiten determinar si las variables planteadas son medibles y si responden a dichos objetivos.	Se establecen de alguna manera objetivos que no son claros, no es posible medirlos o evaluarlos. No se relacionan con el problema.
Comprensión conceptual y proposicional	3. Esquema de Contenidos	Utiliza todos los contenidos de las unidades 1 y 2 del programa y los amplía utilizando un análisis exploratorio de	Utiliza todos los contenidos de las unidades 1 y 2 del programa .Utiliza algún soporte informático.	Utiliza algunos contenidos de las unidades 1 y 2 del programa. No usa soporte informático.	Utiliza pocos contenidos de las unidades 1 y 2 del programa. Falta una estructura

		datos, con gráficos de caja (box-plot) y el tratamiento de valores extremos (outliers). Analiza la variabilidad de los datos. Utiliza algún soporte informático. Además de los cálculos, busca significado a los resultados obtenidos.	Además de los cálculos, busca significado a los resultados obtenidos. Grafica e interpreta el gráfico de caja (box-plot). Analiza la variabilidad de los datos.	No considera la interpretación de los resultados como contenido de estudio.	coherente entre ellos. No usa soporte informático. No considera la interpretación de los resultados como contenido de estudio.
	4. Diseño del proyecto	Se especificó la forma en que se aborda el problema, incluyendo la descripción de población y muestra y la técnica utilizada para la recolección de datos. Se tendrá en cuenta si los datos permiten resolver la cuestión investigada.	Se describe la población y muestra y la técnica utilizada para la recolección de datos. Se tendrá en cuenta si los datos permiten resolver la cuestión investigada.	Existe una incompleta descripción de la población y/o de la muestra de la que se extrajeron los datos. No indica la técnica de recolección empleada ni indica el alcance de los resultados obtenidos.	No hay una descripción de la población ni de la muestra de la que se extrajeron los datos. No indica la técnica de recolección empleada ni indica el alcance de los resultados obtenidos.
Fluencia procedimental	5. Organización de la información	Organiza, tabula y construye gráficos adecuados a partir de un conjunto de datos reales. Existe una destacada coherencia en la estructura del trabajo.	Organiza, tabula y construye gráficos adecuados a partir de un conjunto de datos reales. Existe coherencia en la estructura del trabajo.	No organiza la información adecuadamente. Las tablas de frecuencias no representan las variables claves del problema. Los gráficos no son adecuados al tipo de variable representada. No trabaja con datos reales.	Falta una estructura que organice la información. Las tablas y gráficos aparecen aislados, sin nexos. No trabaja con datos reales.
	6. Gráficos, Cálculos e	Los gráficos estadísticos son claros y adecuados a la variable considerada en cada caso. Usa además, el gráfico de caja (box-plot)	Los gráficos estadísticos son claros y adecuados. Analiza la variabilidad y la forma de la distribución de	Algunos de los gráficos estadísticos no son adecuados. Falta claridad y análisis de variabilidad y	Los gráficos estadísticos no son adecuados. Falta claridad y análisis de variabilidad y de la forma de

	Interpretación	y trata valores extremos (outliers). Analiza la variabilidad y la forma de la distribución de los datos. Con el cálculo y la interpretación del significado de estadísticos, describen y resumen la información.	los datos. Con el cálculo y la interpretación del significado de estadísticos, describen y resumen la información.	de la forma de la distribución de los datos. Interpreta parcialmente los resultados obtenidos.	la distribución de los datos. No interpreta resultados obtenidos
Competencia comunicativa y argumentativa	7. Justificación del proyecto.	Describe con claridad la importancia y actualidad del problema, está relacionado con su quehacer profesional futuro. Su utilidad práctica y factibilidad de realización.	Describe la importancia y actualidad del problema, su utilidad práctica y factibilidad de realización. Tiene una leve vinculación a su futura profesión	Describe vagamente la importancia y actualidad del problema, su utilidad práctica y factibilidad de realización. No lo vincula con el quehacer del futuro ingeniero.	Hace una justificación insuficiente del proyecto en cuanto a la actualidad del problema, utilidad práctica y/o factibilidad.
	8. Análisis y Conclusión	El análisis de datos es adecuado al tipo de variables y a la pregunta de investigación. Se respetan los supuestos de aplicación de los diferentes métodos estadísticos. (Si los hubiera, y se aplican correctamente dichos métodos.) Las conclusiones son consistentes con el análisis; los datos apoyan las conclusiones obtenidas, que se relacionan con la pregunta de investigación, los objetivos y las hipótesis. (si las hubiera)	El análisis de datos es adecuado al tipo de variables y a la pregunta de investigación. Las conclusiones son consistentes con el análisis; los datos apoyan las conclusiones obtenidas.	El análisis de datos no es el adecuado al tipo de variables y a la pregunta de investigación. Las conclusiones son poco consistentes con el análisis; los datos no apoyan las conclusiones obtenidas.	El análisis de datos no es el adecuado al tipo de variables y a la pregunta de investigación. Las conclusiones son poco o nada consistentes con el análisis; los datos no apoyan las conclusiones obtenidas ni se relacionan con la pregunta de investigación.
	9.	La calidad excelente de la presentación,	La buena calidad de la presentación,	La escasa calidad de la presentación,	La falta de calidad de la presentación,

	Presentación de resultados	incluyendo claridad y corrección de los gráficos, con sus correspondientes títulos, la organización adecuada en secciones y apartados y la correcta expresión escrita. La bibliografía utilizada.	incluyendo claridad y corrección de los gráficos, con sus correspondientes títulos, y la correcta expresión escrita.	incluyendo poca claridad en los gráficos, algunos sin sus correspondientes títulos, y la incorrecta expresión escrita.	incluyendo poca claridad en los gráficos, algunos sin sus correspondientes títulos, y la incorrecta expresión escrita.
--	----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2: Correspondencia entre las competencias del indicador 2 de la componente Aprendizaje, con los criterios de la rúbrica y sus niveles de aplicación.

Análisis de Resultados

La Figura 2 presenta los resultados de la evaluación de los proyectos por criterio analizado.

La mayor frecuencia corresponde al criterio 6, donde los estudiantes no alcanzan un nivel aceptable en la selección del gráfico adecuado para la variable clasificada, su interpretación y su relación con las medidas calculadas, tanto para el análisis de la forma de la distribución como para la variabilidad de los datos. Esta dificultad se relaciona y continúa en el criterio 8, con el análisis de los resultados y con la descripción de las conclusiones. En muchos casos, los estudiantes confunden resultados con conclusiones.

Otras dificultades detectadas en menor frecuencia, se encontraron en el criterio 7, con la justificación del proyecto, y en el criterio 2, donde debían plantear los objetivos del mismo. En el resto de los criterios, los resultados fueron positivos.

La Tabla 3 presenta los resultados obtenidos de la correspondencia entre las competencias consideradas con los criterios de la rúbrica y sus niveles de aplicación. Permite una observación detallada de las frecuencias y porcentajes agrupados por competencia.

Estos resultados se visualizan en la Figura 3. Los mismos arrojaron una buena valoración en los indicadores *comprensión situacional*, *conceptual* y *proposicional* y un bajo nivel de valoración en la *fluencia procedimental*, y en las *competencias comunicativa* y *argumentativa*. Éstas pudieron mejorarse con la propuesta solicitada a los estudiantes de analizar las dificultades producidas en la elaboración de los trabajos para una nueva presentación de los mismos, con una reflexión de todo el proceso. El análisis de estas reflexiones produjo una alta valoración en la competencia *metacognitiva*.

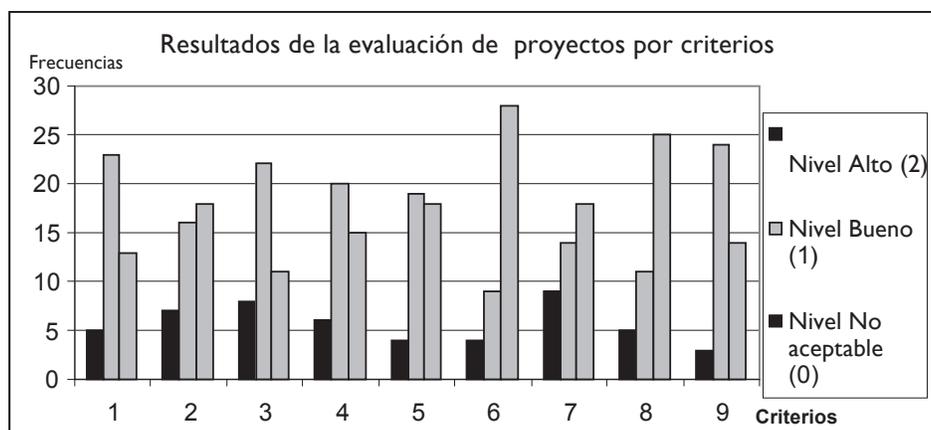


Figura 2: Resultados obtenidos en la evaluación de proyectos por criterio

Indicador 2 de la componente Aprendizaje	Criterios de evaluación de los proyectos	Nivel Alto (2)		Nivel Bueno (1)		Nivel No aceptable (0)		Totales
			%		%		%	
Comprensión situacional	1. Definición del Problema	5	12	23	56	13	32	41
	2. Objetivos del Proyecto	21	17	58	47	44	36	123
Comprensión conceptual y proposicional	3. Diseño							
	4. Esquema Contenidos							
Fluencia Procedimental	5. Organización de la información	8	10	28	34	46	56	82
	6. Gráficos, Cálculos e Interpretación							
Competencia comunicativa y argumentativa	7. Justificación del Proyecto	17	14	49	40	57	46	123
	8. Análisis y Conclusión							
	9. Presentación del Informe							

Tabla 3: Resultados de la correspondencia entre las competencias del indicador 2 de la componente Aprendizaje, con los criterios de la rúbrica y sus niveles de aplicación.

Conclusiones

El uso de una rúbrica para evaluar proyectos establece acuerdos entre profesores y estudiantes donde se explicitan los criterios analizados y el estudiante advierte qué debe hacer para que su trabajo sea de calidad y puede reconocer cuándo no lo es y entonces, mejorarlo.

La correspondencia entre competencias y criterios permitió que las mismas fueran evaluadas agrupando criterios según la naturaleza de la competencia analizada.

El análisis de los resultados obtenidos de la componente Aprendizaje en la idoneidad cognitiva, evidenció una buena valoración del proceso de instrucción en los indicadores *comprensión*

situacional, conceptual y proposicional pero un bajo nivel de valoración en la *fluencia procedimental*, y en las *competencias comunicativa y argumentativa*.

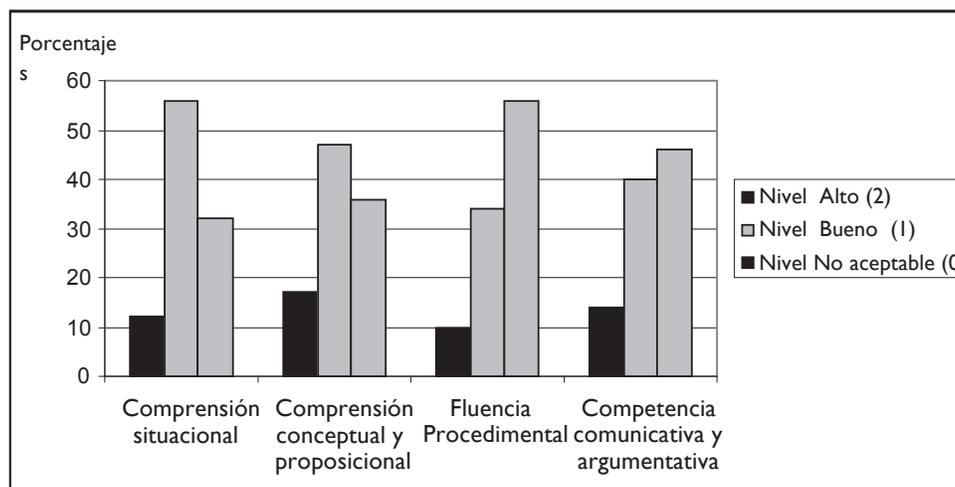


Figura 3: Resultados del indicador 2 de la componente aprendizaje del proceso de instrucción en la idoneidad cognitiva

El nivel de estas competencias pudo mejorarse porque los estudiantes tuvieron la oportunidad de modificar los trabajos, especialmente para la selección adecuada de los gráficos e interpretación de los mismos, como así también la relación de las medidas calculadas y la interpretación de sus significados en el contexto. También reflexionaron sobre todo el proceso, donde expresaron el alcance y las modificaciones adicionales que hicieron en el trabajo, lo que produjo una alta valoración en la competencia metacognitiva.

Referencias bibliográficas

- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Batanero, C. y Diaz, C. (2011) *Estadística con Proyectos*. Granada: Universidad de Granada.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities. *International Statistical Review* 70 (1), 1-25.
- Godino, J., Batanero, C. y Font, V. (2009). *Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática*. Recuperado el 12 agosto 2011 en: http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/sintesis_eos_10marzo08.pdf.

Godino, J. *Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. CIAEM XIII. (2011). Recife, Brasil.

Morano, D., Micheloud, O. y Lozeco, C. (2006) *Proyecto Estratégico De Reforma Curricular De Las Ingenierías 2005–2007*. Granada: SEP.