

EXPERIENCIAS PEDAGÓGICAS SIGNIFICATIVAS EN MATEMÁTICA MEDIADAS POR RECURSOS TECNOLÓGICOS

Malva Alberto, Adriana Frausin

Universidad Tecnológica Nacional. (Argentina)

mtoso@frsf.utn.edu.ar, afrausin@frsf.utn.edu.ar

Palabras clave: aprendizaje con tecnologías, estrategias de enseñanza colaborativas.

Key words: learning with technology, collaborative teaching strategies.

RESUMEN: Este trabajo describe experiencias pedagógicas innovadoras implementadas en matemática, en cursos de ingeniería. Dos experiencias fueron seleccionadas, una en el ámbito del álgebra y otra en matemática discreta. Cada una tiene características propias y actividades diferenciadas en cuanto al tipo de recursos tecnológicos utilizados y a la metodología de trabajo definida, pero ambas comparten aportes realizados a la formación experimental y a la resolución de problemas en ingeniería. Por un lado, se describen intervenciones educativas que usan aplicaciones tecnológicas disponibles para explorar conceptos de modelado y simulación numérica; por otro lado se pone énfasis en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas requeridas a medida para validar, verificar propiedades, clasificar o realizar cálculos tediosos. Finalmente las actitudes colaborativas entre pares, brindaron a los estudiantes mejores oportunidades de aprender matemática.

ABSTRACT: This paper describes innovative educational experiences implemented in mathematics, on engineering courses. Two experiences were selected, one in the field of algebra and the other in discrete mathematics. Each has its own characteristics and different activities regarding the types of technological resources used as well as in the methodology of work defined, but both share the contributions they give to experimental training and to engineering problem-solving. On one hand, educational interventions that make use of available technological applications to explore modeling concepts and numerical simulation are described. On the other, emphasis is placed on the development of technological applications required to validate, verify properties, sort or perform tedious calculations. Finally, collaborative attitudes among peers gave students better opportunities to learn mathematics.

■ LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LA EDUCACIÓN

En la última década, los recursos tecnológicos pasaron a constituir un medio de reconocida incidencia en las clases de matemática, en las relaciones de gestión, en las formas en que se transmiten y apropian los conceptos, en las formas en que interaccionan los procesos de enseñanza y aprendizaje y sus actores, en el desarrollo de cursos curriculares o extracurriculares (presenciales y a distancia), en la formación y perfeccionamiento docente, en la integración y trabajo en equipos, en las capacitaciones, difusiones y transferencias, en la gestión de proyectos y en los repositorios de información y acceso al conocimiento. Actualmente, el acceso a distintas aplicaciones tecnológicas (básicas o de uso corriente y específicas o de diseño a demanda) presenta escasas o prácticamente nulas barreras y tanto alumnos como docentes pueden disponerlas en su cotidianidad. El desafío ya no es cómo acceder a las nuevas tecnologías y mantener disponible el acceso, sino que es, cómo emplearlas para poder transitar por experiencias educativas significativas (Badia, 2006a; 2006b).

El equipo docente cuenta con experiencias de cátedra debidamente documentadas que dan cuenta de los avances realizados en cuanto al diseño de secuencias didácticas que implican un uso intensivo de nuevas tecnologías en educación tales como aulas virtuales, objetos de aprendizaje, herramientas web 2.0, repositorios, evaluaciones en línea, sitios juez, producción de aplicaciones tecnológicas para la enseñanza y aprendizaje de contenidos específicos, entre otros.

Las tecnologías disponibles y utilizadas siguen en la escena pero han ido migrando desde las meramente transmisoras (uso del pizarrón, presentaciones multimedia, diseño de hipertextos) a las interactivas (navegación propia sobre los contenidos durante la clase, por ejemplo) y más recientemente a las de tendencias colaborativas (intercambios de recursos, ideas y materiales, trabajos en equipo en grupos que están en línea, actualización de contenidos en línea, entre otros).

Esta integración tecnológico - pedagógica implica la utilización de metodologías, herramientas y softwares educativos que deben ser cuidadosamente acordados y plasmados en el modelo curricular de clase, curso o área de conocimientos involucrada. El diseño de las planificaciones de clase y en general, de los nuevos currículos y la práctica de la enseñanza deben tener en cuenta, no sólo la disponibilidad individual e institucional de los recursos tecnológicos, sino también las características de los nuevos destinatarios. Estos nuevos adolescentes son nativos digitales, y las actuales culturas juveniles difieren sustancialmente de las prácticas educativas que apoyaron la formación de sus docentes, caracterizados como inmigrantes digitales (Marchesi, 2008). Ello no quiere decir que los objetivos y los contenidos de aprendizaje deban amoldarse a los intereses de los jóvenes, sino que en su concreción es preciso tenerlos en cuenta para incrementar la motivación de los alumnos por los estudios de ingeniería.

Para favorecer el logro de objetivos que van desde la permanencia y la inclusión, hasta la integración de contenidos y prácticas colaborativas, hemos reforzado el diseño e implementación de secuencias de actividades para el aprendizaje de matemática durante el tránsito por los primeros cursos de las carreras de ingeniería. Estas intervenciones implican, la incorporación innovadora de aplicaciones tecnológicas y la configuración de un nuevo escenario en las relaciones entre los profesores, los alumnos, los contenidos de la enseñanza y los recursos disponibles para el ejercicio de prácticas educativas que dejen huellas significativas.

Las tecnologías para la información y comunicación (TIC) proporcionan nuevos tipos de ayudas educativas basados en la búsqueda, obtención, selección, organización, acceso, tratamiento, transmisión y uso en general de la información y que además, deben integrarse a los que ya se poseen en cuanto a los recursos clásicos que dan la escritura, el cálculo, la notación matemática, los diagramas, los recursos gráficos, los visuales o la palabra.

Desde la última década ha quedado probado que las TIC impactan en la mejora de la comprensión de un contenido y en los desempeños personales o sociales frente a la resolución de una tarea o actividad. El uso de las TIC imprime a los procesos de enseñanza y aprendizaje, un carácter menos rígido y más probabilístico y exploratorio, convirtiéndolas en una valiosa alternativa para producir e innovar, para hacer y validar, para averiguar y tomar o desechar resultados. El uso adecuado de TIC promueve el desarrollo de diversas competencias en los alumnos a partir de una invitación permanente a la colaboración con otros. Los métodos y técnicas del aprendizaje colaborativo generan una interdependencia positiva, una interacción cara a cara, un ejercicio continuo de responsabilidad individual y colectiva; desarrollan algunas habilidades sociales y un procesamiento de la información y del contenido en forma grupal bastante autónomo (González y García, 2007).

Atendiendo a estas consideraciones previas, el modelo curricular compartido por el equipo docente incluye como mínimo estos factores: el conocimiento de conceptos y procedimientos y la transferencia a nuevas situaciones de aprendizaje como punto de partida y llegada para anclar el aprendizaje; la información y manejo de motores de búsqueda como fuentes de aprendizaje; las nuevas tecnologías como instrumento motivador y articulador; el aprendizaje centrado en conjunto o redes de estudiantes; la instrucción, actualización y refuerzo continuo de habilidades matemáticas y el ejercicio continuo de habilidades y destrezas que fomenten el aprendizaje colaborativo para que nuevos y más sectores educativos puedan formar parte del consorcio universitario (García, 2012).

■ METODOLOGÍAS IMPLEMENTADAS EN LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS

El modo en que las prácticas de enseñanza se implementan en este modelo curricular es cuidadosamente analizado y valorado.

En este sentido, docentes-investigadores de Álgebra y Geometría Analítica (AGA) y Matemática Discreta (MAD) de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional encararon el desafío de incluir y articular metodologías no tradicionales dentro del aula de primer año, basadas en el uso de TIC, tendientes a mejorar los resultados académicos y sociales que los estudiantes pueden adquirir durante su tránsito por la cátedra universitaria.

Desde el punto de vista metodológico, el camino iniciado hacia la comprensión de un nuevo concepto incorpora el uso de TIC esperando resultados que a priori mejoren las situaciones de aprendizaje, pero que se muestran como resultados inciertos, dado que los períodos de contacto con los estudiantes son relativamente breves.

La metodología compartida fue la de experimentar, comunicar, deducir, poner en juego la creatividad y el empleo de diversos instrumentos para ayudar a los alumnos a alcanzar

desempeños flexibles, con capacidad de trabajo para enfrentar nuevos problemas que les permitan construir saberes útiles y perdurables.

Se adhiere a que, una metodología para la comprensión matemática implica desempeñarse de un modo flexible en esta área de conocimiento, es poder realizar una variada gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema, por ejemplo explicarlo, encontrar evidencia y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y comunicarlo de una manera colaborativa. Se enfatiza que el conocimiento matemático se lleva a la práctica en multitud de contextos y maneras que invitan a la reflexión y el razonamiento. Una capacidad fundamental que implica esta noción de comprensión es la de plantear, formular y resolver problemas dentro de una variedad de áreas y situaciones. Dicha variedad de situaciones abarca desde la resolución de problemas puramente clásicos y desarrollados en una clase tradicional que incluyen la reproducción, las definiciones, algunas relaciones entre variables, la comprobación de regularidades o los cálculos, como aquellos cuya estructura matemática no es tan obvia en principio, es decir, donde el que resuelve el problema tiene que identificar primero los conceptos matemáticos que requiere para su solución, o poner en juego distintas destrezas matemáticas, tales como aquellas referidas a la argumentación, al uso de distintas representaciones, o a la interpretación de los distintos lenguajes lógico, gráfico, visual, simbólico y formal, natural, es decir, usar competencias que implican conexiones e integración, desarrollo de sus propios modelos y estrategias, incluyendo demostraciones, generalización y comprensión (OCDE/PISA, 2000).

En un momento en que los ciclos de innovación son cada vez más breves, esta comunidad se ve obligada pero a la vez dispuesta, a una mayor versatilidad y flexibilidad en cuanto a la selección de contenidos, actividades y recursos necesarios, que les permitan anticipar, prever tendencias y cambios, adaptar, incluir la incertidumbre, gestionar, hacer, aprender y dar solución a nuevos desafíos y tareas. Para alcanzar éstos y otros nuevos modelos pedagógicos surgentes, se requiere articular tempranamente, desarrollar y participar en estrategias conjuntas entre todos los actores universitarios y asegurar que el acceso al conocimiento sea genuino y significativo.

Como metodología compartida señalamos además que los docentes asistieron cuidadosamente a la secuencia didáctica mediante distintos tipos de ayudas educativas; el equipo adopta el concepto de andamiaje educativo como la forma de asistencia educativa ajustada y contingente, adaptada a las demandas y necesidades del aprendizaje y en general proporcionada por el profesor (u otros estudiantes más expertos) y que posibilita a los estudiantes ingresantes y más inexpertos progresar en sus habilidades. El equipo identifica el andamiaje educativo en su sentido más general, como la ayuda educativa proporcionada por diversos agentes o recursos, desde la selección del contenido, la organización institucional del espacio, los tiempos educativos, los materiales y recursos, el currículum integrado, el apoyo a la comprensión de la actividad de aprendizaje, la comunicación y colaboración, que tienen lugar en el marco temporal de la secuencia didáctica (Badia, 2006a, 2006b).

Se relatan dos experiencias, una en el ámbito de AGA y otra en MAD. Las experiencias comparten la metodología para la comprensión orientada a la formación matemática experimental y de resolución de problemas, en el contexto de carreras de ingeniería; cada una tiene características propias y actividades diferenciadas en cuanto al diseño y uso de recursos tecnológicos utilizados. Por un lado, se describen intervenciones educativas que usan aplicaciones tecnológicas que están disponibles y son de acceso inmediato, para explorar conceptos de modelado y simulación

numérica; por otro lado se pone énfasis en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas requeridas a medida para validar, verificar propiedades, clasificar, generalizar o simplemente, realizar cálculos tediosos. Las experiencias comparten el grupo de alumnos destinatarios y esto facilita el anclaje de las competencias esperadas.

■ LAS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS: CONTEXTUALIZACIÓN Y RELATO

1. Experiencia en AGA

La cátedra de AGA implementa actividades de laboratorio grupales con el objetivo de introducir tempranamente al alumno ingresante tanto en el modelado matemático de problemas que aparecen en diversas áreas de las ciencias como en el uso de una aplicación o recurso tecnológico visto como ayuda educativa que complementa la acción del profesor. Se persigue incentivar el auto aprendizaje y la cooperación a través de la búsqueda, el desarrollo y la transferencia a problemas que constituyen verdaderas aplicaciones concretas de temas de álgebra lineal incluidos dentro de sus contenidos mínimos de aprendizaje.

La mediación entre el contenido y las respuestas esperadas del grupo de estudiantes es dada por el uso de recursos (campus virtual) y el software seleccionado y no se observaron brechas (por ausencia, desconocimiento, mal funcionamiento o imposibilidad de acceso) durante el desarrollo de la actividad.

Las actividades que se despliegan en el aula, comienzan con sistemas de ecuaciones lineales y matrices, donde se presentan los conceptos, operaciones, propiedades y métodos de resolución (Grossman y Flores, 2012). El desarrollo y avance del álgebra lineal crece en complejidad. La planificación de la cátedra incluye, entre otras actividades, los desempeños de los alumnos en la realización de tareas grupales bajo la denominación de trabajo de laboratorio (TL). El TL es obligatorio para todos los alumnos para regularizar la asignatura y el responsable de guiar la tarea en el aula es el jefe de trabajos prácticos. En cada período lectivo se presenta a los alumnos un nuevo desafío para resolver. Cada grupo no supera los tres integrantes. Si bien los TL implementados en los últimos cuatro años tienen consignas cerradas e idénticas para todos los estudiantes, con el fin de minimizar la duplicación de las resoluciones, en los enunciados de los problemas se incluyen datos aleatorios, que genera cada grupo a partir de las consignas dadas o por referencias a datos personales, como nombre, número de libreta universitaria o documento nacional de identidad. Por ejemplo, un primer TL incluyó la resolución de un problema basado en el Modelo Económico de Leontief, y tanto la matriz de las demandas internas como el vector de las demandas externas, debían ser generados por cada grupo de forma aleatoria, reproduciendo la sintaxis del comando correspondiente especificado en la consigna. Similarmente, en una segunda experiencia basada en el encriptado de mensajes, si bien se pidió descryptar un mensaje utilizando la misma matriz de código, el mensaje solicitaba al grupo que encriptara en forma concatenada los nombres y apellidos de sus integrantes.

Durante el transcurso de las clases prácticas, y contando con las computadoras que los alumnos disponen, se presentan además, las funcionalidades del software. El equipo ha seleccionado como ayuda educativa en el área de las tecnologías el software Maxima. Si bien la versión instalada a los fines de la experiencia es 5.28.0-2 con la interfaz wxMaxima en versión 12.04.0, no hay restricciones de versión, dado su acceso libre. En formato digital, se dan instrucciones precisas de

la forma en que el usuario se puede comunicar para obtener una respuesta a la operación ingresada a partir de los comandos correspondientes. Estas clases son verdaderos talleres y se desarrollan alternativamente en el laboratorio o en el aula de clases. La actividad se complementa con acciones previas realizadas a través del campus virtual, sobre plataforma Moodle (Elmadani, Mathews y Mitrovic, 2012), donde los alumnos reciben las indicaciones para la instalación del software, un material escrito con ejemplos y funcionalidades disponibles y la descripción de las consignas del trabajo grupal. La interacción se completa con material didáctico, respuestas a preguntas frecuentes, tableros de novedades, foros y atención a consultas. Como apoyo a la construcción del conocimiento y comprensión del tema "La geometría de las transformaciones lineales" (Grossman y Flores, 2012) el equipo diseñó e implementó un TL grupal denominado "Las matrices actuando sobre vectores" para que los alumnos puedan traducir un problema desde la realidad planteada a la estructura matemática, trabajar el modelo matemático, dar validez, reflexionar, analizar, aportar críticas, intercambiar opiniones e información sobre los resultados. Es importante señalar que los conceptos involucrados no fueron abordados en el aula de clases al momento de la realización de la tarea.

Las matrices lejos de ser objetos estáticos, cuando pre multiplican a vectores los transforman en otros. El objetivo del TL fue descubrir el efecto que ciertas matrices producen cuando actúan sobre un conjunto de puntos (presentados matricialmente) cuya gráfica representa una figura geométrica concreta. Para ello, se solicita que se proponga una matriz P de tamaño $2 \times n$, con $n \geq 4$ donde n representa el número de puntos; el primer renglón contiene información sobre las abscisas y el segundo renglón la información sobre las ordenadas de cada punto. Cada columna representa puntos del plano de tal manera que dichos puntos forman parte de una figura, que sugerimos sean polígonos convexos o una figura constituida por polígonos convexos. Adicionalmente se recomienda la construcción de una matriz L de líneas de tamaño $2 \times m$ donde m es el número de aristas de la figura. La información por columna indica que los dos puntos a los que hace referencia la columna de L deben conectarse por un segmento. Una vez ingresadas las matrices P y la matriz L , se dan claras indicaciones para la realización de los gráficos y se solicita aguzar las observaciones y registrar los resultados observados cuando se aplica la pre multiplicación por una matriz A , 2×2 , pudiendo ser A una matriz diagonal, una matriz escalar o una matriz ortogonal, es decir una matriz con significado geométrico. Por ejemplo, se solicita que se hagan productos matriciales cuando la matriz diagonal tiene en la diagonal el primer y el último dígito del documento de identidad de cada integrante o del número de libreta universitaria. Cada grupo debe comentar los resultados obtenidos en cada caso teniendo en cuenta los efectos geométricos que se observan individualmente y responder preguntas del tipo:

¿Qué matriz efectuaría una expansión de la figura al doble de su tamaño? o bien ¿Qué matriz efectuaría una reflexión respecto del eje de ordenadas de la figura dada por los puntos de P y las líneas de L ?, ¿Qué matriz efectuaría ambas operaciones simultáneamente?. El informe es único y grupal y debe contener los distintos ejemplos individuales realizados y las conclusiones grupales. Por otro lado, se valorará positivamente el registro de las dificultades o trabas encontradas en la realización del TL que ayuden a mejorar su implementación futura, así como posibles discusiones planteadas, la justificación de las afirmaciones realizadas, los comentarios y la claridad de la comunicación escrita.

2. Experiencia en MAD

En forma paralela el equipo docente propone y realiza intervenciones educativas en MAD, que conllevan los mismos objetivos de motivación, integración y permanencia en el inicio de la vida universitaria. Para el caso de los alumnos de Ingeniería en Sistemas de la Información (ISI), la articulación entre las herramientas conceptuales dadas en MAD, y en AGA cuentan además con las aportadas por Algoritmos y Estructuras de Datos (AED). En el primer nivel de la carrera permiten poner en escena secuencias didácticas centradas en el diseño y uso de aplicaciones tecnológicas construidas a la medida de los contenidos de MAD y en algunos casos, con aplicaciones en AGA. Un nuevo objetivo es trazado. Se trata del desarrollo de un recurso tecnológico propio y a medida, que permite resolver tareas específicas en temas de MAD. En esta tarea, se involucró además, la ayuda educativa dada por alumnos avanzados, que se desempeñaron como becarios de investigación y que con apoyo, diseño, desarrollo o experiencia ya adquirida, guían a los alumnos ingresantes en el hacer de una herramienta de apoyo, de cálculo y validación, registrada como MATDIS 2.0. Este software, de diseño a medida da apoyo educativo a la resolución de problemas planteados en MAD y en los casos posibles, integrados con AGA. Análogamente, en talleres extracurriculares se muestran las funcionalidades disponibles de MATDIS 2.0. Las funcionalidades permiten resolver problemas de MAD referidos a lógica proposicional clásica, teoría de números, ecuaciones diofánticas, estructuras algebraicas finitas (caso grupos, anillos y cuerpos) álgebras de Boole y grafos, dígrafos y árboles. El acceso a sitios en la web (Proyect Euler, por ejemplo) permite tener disponibles una buena cantidad de problemas de variables discretas que requieren cómputos algorítmicos y que MATDIS 2.0 permite resolver. Hay temas de AGA que facilitan la integración con MAD y el uso de la herramienta MATDIS 2.0. Por ejemplo para el caso de requerir un conjunto de soluciones enteras en un problema de programación lineal con una función objetivo a coeficientes enteros, ya que la aplicación encuentra las soluciones enteras para ecuaciones diofánticas.

■ CONCLUSIONES

Sintetizamos los resultados observados en los siguientes párrafos:

Los estudiantes de AGA y MAD tienen posibilidades de revisar y fortalecer lo aprendido o proponer nuevas situaciones prácticas para consolidar lo desarrollado en clases.

El carácter experimental, racional y razonado de las clases con apoyo de software matemático de libre acceso o de diseño a demanda, para resolver problemas, discutir y validar resultados, impactan en una mejor comprensión de los contenidos.

La difusión de estos ejemplos de buenas prácticas que suponen las experiencias descritas pretende ilusionar a los diferentes actores educativos en la búsqueda de caminos alternativos para mejorar la enseñanza de matemática en escenarios ingenieriles.

Las intervenciones pedagógicas mostraron oportunidades ciertas, generadas desde las cátedras universitarias, para que los alumnos ingresantes puedan mejorar sus competencias académicas (de comprensión, resolución, validación), de investigación (en el sentido de indagación, de búsqueda y averiguación) y sociales (comunicación, respeto por las opiniones diversas, responsabilidad), durante su tránsito por el primer año universitario.

Alumnos con mayor experticia brindaron el andamiaje educativo necesario para promover y estimular competencias pre profesionalizantes de los estudiantes ingresantes.

Las experiencias tienen una réplica probabilística, en el sentido que la descripción presentada puede ser útil como referencia, especialmente para profesores que quieran innovar en su docencia en alguna de las líneas de intervención educativa planteadas en matemática en situaciones ingenieriles. Lo que sucede es que la capacidad de transformación y mejora de la educación con las TIC debe entenderse más bien como un potencial que puede o no hacerse realidad, y hacerse en mayor o menor medida, en función del contexto en el que estas tecnologías son efectivamente utilizadas. Son, pues, los contextos de uso, y en el marco de estos contextos la finalidad que se persigue con la incorporación de las TIC, los que determinan su capacidad para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje (Coll, 2011).

Finalmente las actitudes colaborativas entre pares, brindaron a los estudiantes mejores oportunidades para aprender matemática.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Badia, A. (2006.a). Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior. En A. Badia (Coord). Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol.3, N°2. UOC. Recuperado el 01 de abril de 2015 de <http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/monografico.pdf>
- Badia, A. (2006.b). Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior. En A. Badia (Coord). Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol.3, N° 2. UOC. Recuperado el 10 de febrero de 2015 de <http://www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/monografico.pdf>
- Coll, C. (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J.C. Toscano, T. Díaz. (Coord). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Colección METAS EDUCATIVAS 2021. OEI y Fundación Santillana. Recuperado el 10 de setiembre de 2015 de <http://www.oei.es/metas2021/LASTIC2.pdf>
- Elmadani, M.; Mathews, M. ; Mitrovic, A. (2012). Concept Tagging in Moodle. En *Proceedings of the 1st Moodle Research Conference (MRC2012)*, Retalis, S. & Dougiamas, M. (Eds), 53-60. Recuperado el 10 de marzo de 2014 de <http://research.moodle.net/mod/data/view.php?id=27>
- García, J. L. (2012). Tratamiento de la información y competencia digital. En M. Díaz Gómez, M. (Coord). *Aulas del siglo XXI: retos educativos* Recuperado el 12 de julio de 2015 de <http://www.mecd.gob.es/dctm/?documentId=0901e72b8164d2c9>
- González, N.; García, M. (2007). El Aprendizaje Cooperativo como estrategia de Enseñanza-Aprendizaje en Psicopedagogía. *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 42/6. Edita: OEI. Recuperado el 12 de junio de 2015 de <http://www.rieoei.org/expe/1723Fernandez.pdf>
- Grossman, S. ; Flores, J. (2012) *Álgebra Lineal*. Séptima Edición. México: Mc Graw Hill Educación.

Marchesi, A (2008). *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Madrid, OEI. Recuperado el 10 de febrero de 2015 de <http://www.oei.es/metas2021/LASTIC2.pdf>

OCDE/PISA (2000). Proyecto PISA. *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación* / OCDE. — Madrid : Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado el 15 de agosto de 2015 de <http://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33694020.pdf>

Project Euler. Recuperado el 15 de agosto de 2015 de <https://projecteuler.net>