

## El Cálculo y la importancia de los conocimientos previos en su aprendizaje

ENCINAS P., Francisco\*†, OSORIO S., Mucio, ANSALDO L., Julio y PERALTA G., Julia

*Instituto Tecnológico de Sonora*

Recibido Marzo 15, 2016; Aceptado Junio 22, 2016

### Resumen

En esta investigación se analizó el rendimiento escolar de estudiantes de ingeniería en una asignatura llamada Cálculo I, con el fin de determinar si este rendimiento difiere cuando los alumnos lo cursan antes, de manera simultánea o después de acreditar otra asignatura denominada Fundamentos de Matemáticas. Se analizaron estadísticamente las calificaciones en Cálculo I de 4216 estudiantes agrupados en cuatro grupos de acuerdo al momento en el cual éstos cursaron ambas asignaturas. Se encontró que todos los grupos tienen medianas de calificaciones estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ) y que los alumnos que cursan Cálculo I al siguiente periodo escolar después de acreditar Fundamentos de Matemáticas logran el mejor rendimiento escolar, la mediana más elevada y el mejor porcentaje de aprobación. Con ello se logró el objetivo de la indagación, establecer que sí difieren los rendimientos escolares en la asignatura de Cálculo I en los grupos estudiados y se plantearon sugerencias para potenciar los hallazgos encontrados.

### Conocimiento Previo, Aprendizaje, Cálculo

### Abstract

In this research, the academic performance of engineering students in a course named Calculus I is analyzed in order to determine if this performance differs when students enroll before, simultaneously or after crediting another course named Mathematics Foundations. Grades of 4, 216 Calculus I students were statistically analyzed. They were divided into four groups accordingly to the time at which they were enrolled in the aforementioned subjects. It was found that all groups have statistically different median grades ( $p < 0.05$ ). And that the students, who took Calculus I the next school term after crediting Mathematics Foundations, achieved the best academic performance. These students had higher median grades and the best passing index. Thus the aim of the research was achieved: to establish that, in the groups under study, school performance in the subject of Calculus I does differ. Also, several suggestions were made in order to potentialize the findings.

### Prior Knowledge, Learning, Calculus

**Citación:** ENCINAS P., Francisco, OSORIO S., Mucio, ANSALDO L., Julio y PERALTA G., Julia. El Cálculo y la importancia de los conocimientos previos en su aprendizaje. Revista de Sistemas y Gestión Educativa 2016, 3-7: 32-41.

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: francisco.encinas@itson.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

A nivel nacional la matemática representa un severo problema de aprendizaje y prueba de ello ha sido el pobre desempeño que han mostrado los estudiantes de diversos subsistemas en pruebas estandarizadas de aplicación nacional e internacional. Una evidencia de esto, se observa en la prueba PISA que se aplicó en 2012 a los estudiantes de 15 años de edad de los 65 países que pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En esa ocasión el desempeño de los estudiantes mexicanos en el área de matemáticas no fue aceptable, ya que el 55 por ciento de los sustentantes no superaron el primer nivel de desempeño del examen, es decir, el más bajo de los siete niveles posibles en la prueba. Asimismo, la media de los alumnos mexicanos fue superada por estudiantes de 52 países miembros de la OCDE lo que ha dejado en claro que existe una gran diferencia en el aprovechamiento de esta ciencia con relación a otros países (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE], 2013).

Por otra parte, a nivel bachillerato también se ha tenido un pobre aprovechamiento en matemáticas. Por ejemplo la prueba ENLACE aplicada en el año 2014, mostró que el 65 por ciento de los egresados de bachiller que aplicaron el examen lograron tan solo un nivel de desempeño de insuficiente a elemental. Esto representa que los estudiantes solo aprendieron a resolver operaciones básicas con enteros y fracciones y a resolver problemas donde la aplicación de los conceptos matemáticos es directa, pero no aprendieron a realizar diferentes procedimientos matemáticos y a integrarlos en la resolución de problemas de la vida real.

Lo que significa que bastantes estudiantes que han tenido la oportunidad de recibir una educación a nivel bachillerato no han asimilado adecuadamente los contenidos matemáticos (Secretaría de Educación Pública, 2014).

La situación anterior impacta de manera negativa cuando estos egresados de bachillerato ingresan a una universidad para estudiar una carrera de ingeniería. Los conocimientos previos construidos en este nivel escolar como el Álgebra y la Trigonometría entre otros, son las bases para acceder al estudio del Cálculo, disciplina fundamental en la formación de ingenieros (García, 2013; Flores, Valencia, Dávila & García, 2008; Mendible & Ortiz, 2007). Pero además, no todos los estudiantes que optan por inscribirse a una carrera de ingeniería provienen de bachilleratos con acentuación en físico-matemático. Muchos provienen de escuelas y acentuaciones donde las matemáticas no son estudiadas de manera que puedan ser comprendidas. Estas situaciones provocan que los grupos de estudiantes, al conjuntarse en el primer semestre, estén integrados por alumnos con niveles muy variados de habilidades matemáticas lo que afecta del desarrollo de las sesiones de clase. Si no se poseen los conocimientos básicos por una pobre formación en el bachillerato, comprender y asimilar las matemáticas universitarias se vuelve complicado.

Es por la anterior que en el caso particular del Instituto Tecnológico de Sonora a los alumnos de nuevo ingreso se les aplica un examen de ubicación, para verificar si requieren cursar una asignatura remedial, llamada Fundamentos de Matemáticas, o se les da oportunidad de inscribirse al primer curso de matemática universitaria, denominado Cálculo I.

Esto se hace para que los alumnos tengan los conocimientos previos pertinentes al momento de estudiar su primer curso de Cálculo. Quienes no demuestran en el examen de ubicación un conocimiento suficiente del Álgebra, la Trigonometría y la Geometría Analítica deben cursar Fundamentos de Matemáticas antes que Cálculo I.

Si bien, este procedimiento ha sido sugerido por el Departamento de Matemáticas a todos los Programas Educativos de ingeniería de la institución, por ser el que administra la enseñanza de estos cursos, no todos los Programas Educativos cumplen con este protocolo de seriación. Se ha observado que los grupos de Cálculo se suelen conformar con alumnos de todas las carreras de ingeniería que caen en las siguientes tres categorías: aquellos que previamente ya acreditaron Fundamentos de Matemáticas, los que están cursando Cálculo I a la vez que Fundamentos y los que sin haber acreditado Fundamentos y sin estarla cursando se inscriben en Cálculo I.

Dado que el porcentaje de aprobación se estima alrededor de un 48 por ciento en los últimos dos periodos escolares, los profesores de esta academia se preguntan si esta situación puede estar afectando el rendimiento escolar de los estudiantes.

Por ello, la pregunta que dirigió esta indagación fue: ¿cuáles estudiantes son los que logran un mejor rendimiento escolar en Cálculo I: los que cursan esta asignatura antes que Fundamentos de Matemáticas, aquellos que cursan ambas asignaturas a la vez o los que ya tienen acreditado previamente Fundamentos de Matemáticas?

Consecuentemente el objetivo general de la investigación se planteó de la siguiente forma: determinar si el rendimiento escolar en Cálculo I difiere si los alumnos lo cursan antes, de manera simultánea o después de acreditar la asignatura de Fundamentos de Matemáticas, con el fin de identificar oportunidades de mejoras para el curso y los Programas Educativos.

Los resultados de esta investigación pueden dar sustento empírico para tomar decisiones pertinentes que redunden en mejorar los resultados académicos de los estudiantes en el curso de cálculo I, es por ello que, para lograr el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Recolectar los datos relacionados con el rendimiento escolar de los estudiantes en el curso de Cálculo I, el periodo en el cual se cursó esta asignatura y la de Fundamentos de Matemáticas por cada estudiante, a través del historial académico de los alumnos resguardados por el departamento de registro escolar de la institución.
2. Agrupar los datos en grupos de acuerdo al estudio que se pretende realizar.
3. Efectuar un análisis descriptivo de los datos concentrados por grupo para determinar medianas y porcentajes de aprobación.
4. Determinar si existe diferencia en el rendimiento escolar entre los grupos de estudio en el curso de Cálculo I.

### Marco teórico

El aprendizaje significativo es aquel que se registra cuando una persona relaciona un nuevo contenido de aprendizaje con un conocimiento previo existente en su estructura cognitiva.

Esta interacción entre el conocimiento nuevo y el previo se registra de manera sustantiva y no arbitraria es decir, no literal y con algún conocimiento previo específicamente relevante para el sujeto (Caballero, 2009; Rodriguez, 2011 & Moreira, 2012).

A este conocimiento específicamente relevante Ausubel le llamó subsunor o idea ancla. Un subsunor puede ser: una imagen, un concepto, una idea, un modelo mental o un símbolo significativo. Su importancia radica que en el proceso de aprehender el sujeto los utiliza para anclar o relacionar lo nuevo por aprender con lo que ya sabe.

Los subsunores no son fijos sino dinámicos. Van creciendo y ramificando a medida que se registran más y más aprendizajes significativos. Cuando algo nuevo adquiere significado por el sujeto que aprende, por un proceso de anclaje cognitivo, interactivo, en conocimientos previos relevantes más generales e inclusivos ya existentes en la estructura cognitiva se dice que el aprendizaje ha sido significativo subordinado. Cuando el sujeto subordina al subsunor a la nueva idea, concepto o modelo aprendido, entonces se dice que el aprendizaje ha sido significativo superordenado. En esta forma de aprendizaje se registran procesos de abstracción, inducción y síntesis donde los nuevos conocimientos pasan a subordinar aquellos que le dieron origen. Cuando los nuevos aprendizajes no se subordinan ni se superordenan entonces el aprendizaje es combinatorio. Ocurre cuando el nuevo contenido no es más inclusivo ni más específico que el conocimiento previo (Rodriguez, 2011 & Moreira, 2012). Sin embargo, no siempre los subsunores crecen y se diversifican, también pueden reducirse.

Cuando éstos no se utilizan con regularidad para anclar nuevos contenidos, con el tiempo dejan de ser relevantes al sujeto, dejan de ser claros y discernibles sus significados.

Ocurre entonces lo que se denomina como olvido. Por lo tanto el aprendizaje significativo también se olvida, pero no del todo, ocurre una pérdida de discriminabilidad y de diferenciación de significados lo que encoje al subsunor, pero un residuo de lo olvidado queda registrado en el subsunor.

Para revertir este encogimiento basta con volver a utilizar ese subsunor para re-aprender lo que ya se había aprendido antes y éste vuelve a diversificarse y ser estable nuevamente sin grandes dificultades. Si el re-aprender se realiza fácilmente, entonces significa que el aprendizaje se había realizado de manera significativa por el sujeto, pero si el re-aprender parte de la nada, es decir, que el olvido fue total, entonces eso hace suponer que lo aprendido había sido de manera memorístico o mecánico.

La ventaja de aprender significativamente radica en la comprensión y la capacidad de transferir lo aprendido a situaciones nuevas, además de una mayor retención y la posibilidad de re-aprender lo olvidado sin dificultad, en comparación con el aprendizaje memorístico, donde un nuevo conocimiento solo puede aplicarse en las situaciones semejantes en las que fue aprendido y con menor retención en el tiempo.

La estructura cognitiva es una red de subsunores relacionados y ordenados jerárquicamente. Sin embargo esta jerarquización depende del área de conocimientos.

Un conocimiento puede tener una jerarquía elevada en un campo y otra menos importante en otro campo de conocimientos. Los conocimientos pueden ser de naturaleza conceptual, procedimental y actitudinal. La estructura cognitiva es dinámica y se caracteriza por dos procesos principales, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. La primera se observa cuando el subsensor crece, se ramifica y adquiere nuevos significados a medida que es utilizado para la aprehensión de nuevos contenidos. Se relaciona con el aprendizaje subordinado.

En cambio, la reconciliación integradora consiste en eliminar diferencias aparentes, resolver inconsistencias e integrar significados, se relaciona con el aprendizaje significativo superordenado. Ambos procesos se desarrollan simultáneamente a medida que la estructura cognitiva cambia a medida que más y más contenidos son asimilados (Moreira, 2012).

Es importante aclarar que el aprendizaje significativo no es sinónimo de aprendizaje correcto, todo depende de que lo que se aprenda sea lo aceptado por la ciencia.

Hay aprendizajes significativos que no son los correctos y en ocasiones representan un obstáculo para aprender contenidos científicos, tal es el caso de las concepciones alternas que poseen los estudiantes del mundo de la física, para lo cual es difícil provocar un cambio conceptual. Para que un aprendizaje pueda ser significativo se tienen que cumplir dos condiciones: el primero que el material de aprendizaje debe ser potencialmente significativo y el segundo que el aprendiz debe presentar una predisposición por aprender.

La primera condición implica que el material de aprendizaje (libros, clases, videos...) tenga significado lógico, es decir, sea relacionable con la estructura cognitiva del alumno y que éste tenga a su vez el conocimiento previo necesario para hacer esa relación de forma no arbitraria y no lineal. La segunda condición implica que el aprendiz debe relacionar los nuevos conocimientos, de forma no arbitraria y no literal con sus conocimientos previos. Debe estar predispuesto a relacionar interactivamente los nuevos conocimientos a su estructura cognitiva (Caballero, 2009; Rodríguez, 2011 & Moreira, 2012).

La teoría del aprendizaje significativo ha tenido gran influencia en el aprendizaje escolar en los niveles medio superior y superior dada la madurez de los sujetos aprendices. David Ausubel, psicólogo que impulsó fuertemente esta teoría estableció la idea clave de su propuesta: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje de los estudiantes, es aquello que ya sabe. Averigüese ésto y enséñese en consecuencia (Díaz y Hernández, 2010; Rodríguez, 2011).

## Metodología

### Sujetos

Los participantes en este estudio fueron 4216 estudiantes que representan la población de alumnos de ingeniería que cursaron la asignatura de Cálculo I en los últimos seis periodos escolares. Éstos, se agruparon de la siguiente manera:

Grupo A. Conformado por 636 alumnos que cursaron Cálculo I en el periodo escolar siguiente en el que acreditaron Fundamentos de Matemáticas.

Grupo B. Constituido por 600 estudiantes que cursaron Cálculo I dos o más periodos escolares después de acreditar Fundamentos de Matemáticas.

Grupo C. Conformado por 1933 estudiantes que cursaron simultáneamente Cálculo I y Fundamentos de Matemáticas.

Grupo D. Conformado por 1047 aprendices que cursaron solo Cálculo I con Fundamentos de Matemáticas sin acreditar y sin estarla cursando.

### Instrumentos

Se utilizó un formato en archivo Excel para solicitar información al departamento de registro escolar.

Dicho formato recoge la siguiente información de los alumnos: ID, nombre completo, programa educativo, periodo escolar y calificación en Cálculo I, si existe simultaneidad con el curso de Fundamentos de Matemáticas y su calificación, último periodo que cursó fundamentos y su calificación en ese periodo.

### Procedimiento

Se solicitó ante el departamento de registro escolar la información pertinente al estudio a través del instrumento o formato descrito. Con los datos se realizó un estudio descriptivo de cada uno de los cuatro grupos de alumnos y con el objeto de verificar si existía diferencia en las calificaciones de Cálculo de al menos un grupo se realizó la prueba de Kruskal-Wallis.

Finalmente se construyeron intervalos de confianza para la mediana para detectar cuál o cuáles grupos eran distintos.

### Resultados

La Tabla 1 muestra el porcentaje de estudiantes que lograron aprobar la asignatura de Cálculo I. Puede observarse que los alumnos del grupo A, es decir aquellos que estudiaron Cálculo I en el periodo escolar posterior a la acreditación de Fundamentos de Matemáticas, lograron el más alto porcentaje de aprobación. En este grupo el 61.64 por ciento de sus integrantes aprobó la asignatura, superando claramente los resultados de aprobación de los grupos B, C y D, que lograron un porcentaje de 33, 46.04 y 45.65 respectivamente. En término globales el porcentaje de aprobación en la población fue de 46.44 por ciento.

| Grupo | N    | % Aprobación |
|-------|------|--------------|
| A     | 636  | 61.64 %      |
| B     | 600  | 33 %         |
| C     | 1933 | 46.04 %      |
| D     | 1047 | 45.65 %      |
| Total | 4216 | 46.44 %      |

**Tabla 1** Porcentaje de aprobación en Cálculo I

En otros resultados de la indagación, se encontró además que todos los grupos tienen medianas de calificaciones estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las mejores calificaciones las obtuvo el grupo A, seguidas del grupo C, luego las del grupo D y finalmente las del grupo B, como indica la Tabla 2.

También se encontró que los intervalos de confianza de las medianas no se intersectan, como muestra la Tabla 2, por lo que puede concluirse que éstas son distintas y los grupos por tanto son diferentes.

Estos resultados permiten afirmar que quienes lograron mejores rendimientos escolares son los estudiantes del grupo A, aquellos que después de acreditar Fundamentos de Matemáticas cursaron en el siguiente período escolar la asignatura de Cálculo I. Le siguen los alumnos del grupo C, quienes cursaron simultáneamente las dos asignaturas. Luego el grupo D cuyos integrantes cursaron Cálculo I de manera previa al de Fundamentos de Matemáticas y al final se encuentra el grupo B, cuyos elementos cursaron Cálculo I dos o más periodos escolares después de acreditar Fundamentos de Matemáticas.

| -- | n    | Mediana Cálculo I | Intervalo de Confianza para la Mediana |                 |
|----|------|-------------------|--|-----------------|
|    |      |                   | Límite Inferior                        | Límite Superior |
| A  | 636  | 7                 | 6.81                                   | 7.19            |
| B  | 600  | 4                 | 3.61                                   | 4.39            |
| C  | 1933 | 6                 | 5.79                                   | 6.21            |
| D  | 1047 | 5                 | 4.66                                   | 5.34            |

**Tabla 2** Intervalos de confianza sobre la mediana de calificaciones en los grupos A, B, C y D

Se observa que el porcentaje de aprobación de la población de estudiantes fue muy pobre ya que cerca de la mitad alcanzó a aprobar la asignatura. Resultado esperado para un curso que se ofrece a estudiantes de ingeniería, de acuerdo con el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (2014), ya que la media nacional de este indicador ronda el 50 por ciento de aprobación. Este resultado refuerza más la idea de que las matemáticas y en especial el Cálculo, presentan una de las mayores dificultades para los estudiantes de nivel universitario, como lo mencionan García (2013) y Flores et al. (2008). En el caso particular de los alumnos del grupo D, sus resultados se deben muy probablemente al bajo nivel de conocimientos asimilados durante su formación previa en el bachillerato, y con los cuales abordaron el estudio del Cálculo en la universidad.

Estos estudiantes cursaron Cálculo I sin transitar por Fundamentos de Matemáticas y eso en términos teóricos, indica que por no poseer una estructura cognitiva previa rica en subsunores claros y diversificados, los estudiantes tuvieron dificultades para anclar nuevos conocimientos y eso obstaculizó su aprendizaje (Moreira, 2012). Cabe aclarar que, de acuerdo a la SEP (2014), prácticamente dos terceras partes de los egresados de bachillerato no logran asimilar y hacer uso funcional de las matemáticas que se enseñan en ese subsistema, y que son básicas para abordar el estudio del Cálculo en la universidad, como lo indican Morales (2009), Páez (2009), Uzuriaga, Arias & Manco (2010).

Con relación a los estudiantes del grupo C que estudiaron simultáneamente Fundamentos y Cálculo I, los resultados muestran que si bien no existe una mejoría substancial en el porcentaje de aprobación comparada con los alumnos del grupo D anterior, sí existe una diferencia en la mediana de sus calificaciones, lo que de alguna manera deja evidencia que, reforzando el conocimiento previo que se requiere para estudiar Cálculo, los alumnos mejoran su desempeño en esa asignatura. Aunque vale la pena aclarar que la simultaneidad de los cursos no parece ser la mejor opción como para que los estudiantes estudien el Cálculo.

En referencia a los estudiantes del grupo B, quienes lograron los peores resultados en cuanto a la mediana de sus calificaciones y porcentaje de aprobación, al parecer sus desempeños se vieron afectados, entre otras cosas, por el tiempo que dejaron transcurrir entre el curso de Fundamentos y el de Cálculo I.

Bastantes estudiantes cursaron la asignatura de Cálculo I dos o más años después de Fundamentos y eso favoreció tal vez, de acuerdo con Moreira (2012), a que los subsensores de conocimientos previos se redujeran o ya no fueran tan claros y diversificados como lo eran antes, ocurriendo lo que técnicamente se conoce como olvido, si acaso el aprendizaje logrado en su momento fue significativo y con mayor razón si éste fue memorístico. De igual forma no deja de llamar la atención el resultado de este grupo, por lo que podría considerarse para un estudio posterior relacionado con las variables que estén interviniendo.

De todos los estudiantes que cursaron Cálculo, los mejores fueron los del grupo A, aquellos que estudiaron y aprobaron Fundamentos de Matemáticas y al siguiente periodo escolar cursaron Cálculo I. Este resultado al parecer se debe a que los aprendices iniciaron el estudio del Cálculo con mejores bases conceptuales y procedimentales que los estudiantes de los demás grupos. En términos teóricos, se diría que iniciaron con una estructura cognitiva conformada por subsensores más claros, ramificados y pertinentes para enganchar los nuevos aprendizajes del Cálculo, como lo indica Moreira (2012).

Por lo anterior, se puede afirmar que a este grupo de estudiantes les benefició reforzar sus bases conceptuales y procedimentales de las matemáticas básicas del bachillerato antes de iniciar el estudio del Cálculo, con ello estuvieron en mejores condiciones que los estudiantes de los demás grupos para abordar el Cálculo, como lo recomiendan Morales (2009) y Uzuriaga et al. (2010).

Con base en lo anterior puede afirmarse que es imprescindible que los alumnos de nuevo ingreso a las universidades arriben con conocimientos matemáticos sólidos, con el fin de que puedan emprender con éxito el estudio de las matemáticas universitarias, como lo recomiendan Mota y Valles (2015).

### Conclusiones

Derivado del análisis de los resultados obtenidos a través de esta indagación, se concluye lo siguiente:

1. Existe diferencia en el rendimiento escolar de los alumnos en Cálculo I, cuando éstos cursan esta asignatura de manera anticipada, simultánea o después de Fundamentos de Matemáticas.
2. El grupo de alumnos que obtiene las mejores notas escolares en el curso de Cálculo I, son aquellos que cursan esta asignatura un periodo escolar posterior a la acreditación del curso de Fundamentos de Matemáticas. Le siguen los alumnos que cursan simultáneamente ambas asignaturas. Después los estudiantes que cursan primero Cálculo I antes que Fundamentos y al final, con las peores calificaciones, se encuentran los estudiantes que cursan Cálculo I dos o más periodos escolares después de haber acreditado Fundamentos de Matemáticas.

Por lo anterior se logró el objetivo de esta indagación consistente en determinar si el rendimiento escolar en Cálculo I difiere cuando los alumnos lo cursan antes, de manera simultánea o después de acreditar la asignatura de Fundamentos de Matemáticas.

Dado los hallazgos, se recomienda lo siguiente:

1. Con el fin de mejorar el rendimiento escolar de los alumnos en la asignatura de Cálculo I, se recomienda que los responsables de los Programas Educativos de la institución respeten la seriación de esta asignatura con Fundamentos de Matemáticas.
2. Que la institución establezca mecanismos para propiciar que los alumnos que hayan aprobado Fundamentos de Matemáticas se inscriban en Cálculo I en el siguiente periodo escolar, con el propósito de mejorar los resultados de aprendizaje en esta asignatura.
3. Realizar un estudio sobre los estudiantes que, después de aprobar Fundamentos de Matemáticas, dejaron pasar más de un ciclo escolar para inscribirse en Cálculo I, con el fin de investigar sobre las causas que propiciaron este acto y las variables que pueden estar interviniendo en su bajo rendimiento escolar.

## Referencias

- Caballero, C. (2009). ¿Qué aprendizaje promueve el desarrollo de competencias?: una mirada desde el aprendizaje significativo. *Revista Currículum*, 22, 11-34. Recuperado de: <http://revistaq.webs.ull.es/ANTERIORES/numero22/concesa.pdf>
- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. –CACEI (2014). Marco de referencia para la acreditación de programas de ingenierías -2014. Recuperado de <http://cacei.org.mx/index.php/acreditacion/formatos-y-manuales/manual-del-marco-de-referencia-2014>
- Díaz, F. & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: Mc Graw Hill.
- Flores R., Valencia M., Dávila G., y García, M. (2008). *Fundamentos del cálculo*. México: Editorial Garabatos.
- García, J. (2013). La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería. *Revista Educación*, 37(1), 29-42. Recuperado de: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/10627/10295>.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2013). México en PISA 2012. Resultados de evaluación. Recuperado de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico\\_PISA\\_2012\\_Informe.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11149/1/images/Mexico_PISA_2012_Informe.pdf)
- Mendible, A. & Ortiz, J. (2007). Modelización matemática en la formación de ingenieros. La importancia del contexto. *Revista Enseñanza de la Matemática*. 12, 133-150.
- Morales, E. (2009). Los conocimientos previos y su importancia para la comprensión del lenguaje matemático en la educación superior. *Revista Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(52), 211-222. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ve/pdf/uct/v13n52/art04.pdf>
- Moreira, M. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56. Recuperado de: <http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20CURRICULUM/25%20-%202012/02.pdf>
- Mota, D. & Valles, R. (2015). Papel de los conocimientos previos en el aprendizaje de la matemática universitaria. Recuperado de [http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/21040/pdf\\_30](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/21040/pdf_30)

Páez, J. (2009). Conocimientos matemáticos de los estudiantes noveles de ingeniería y su relevancia en materias básicas universitarias. *Revista SABER*, 21(1), 77-84. Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427739438011>

Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3(1), 29-50. Recuperado de:  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3634413>

Secretaría de Educación Pública-SEP. (2014). Educación media superior. Enlace estadística de resultados 2008-2014. Recuperado de  
[http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/estadisticas\\_de\\_resultados/](http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/estadisticas_de_resultados/)

Uzuriaga, V., Arias, J. & Manco, D. (2010). Algunas causas que determinan el bajo aprovechamiento académico en el curso de álgebra lineal. *Revista Scientia et Technica*, 44, 286-291. Recuperado de:  
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/1849/1159>