

---

# Elementos de análisis en la reprobación del aprendizaje del cálculo integral. Un estudio con estudiantes de mecánica automotriz

Andrés Julián Carreño Díaz  
anjucadi@hotmail.com  
Universidad de los Libertadores  
Secretaría de Educación de Bogotá

Alejandro David Leuro Giraldo  
aleuro@gmail.com  
Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI)

Trabajo de Investigación de Maestría (Concluido)- UPN

**Resumen.** Los altos índices de reprobación que se han presentado en la asignatura de Matemáticas II en el programa de Mecánica Automotriz de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI) donde se desarrolla el curso de Cálculo Integral, no son diferentes a los observados en otros estudios realizados mundialmente, los cuales se ubican en un intervalo de entre el 50% y 80% (Mora, 2006, García 2006). El presente trabajo discute sobre el problema de reprobación en la asignatura de cálculo, y se centra en describir la clase de matemáticas II de la ECCI para analizar las relaciones entre algunos de sus componentes y establecer su relación con la reprobación.

**Palabras Clave:** Reprobación en Cálculo Integral, Clase de Matemáticas, Modelación, Tareas y Actividades Matemáticas, Normas Socio Matemáticas.

## 1. Planteamiento del problema

Un problema generalizado que nos preocupa a los profesores de matemáticas en la Educación Superior, está relacionado con los índices de reprobación que se encuentran en los cursos de cálculo. Mora (2006) señala que mundialmente la reprobación de los estudiantes en cursos de Cálculo se encuentra en un intervalo entre 50% y 80%. Para

Artigue (2003) una de las fuentes del fracaso y la deserción universitaria es la reprobación de los estudiantes en los cursos de análisis elemental (o cálculo, en la cultura anglosajona).

La coordinación del programa de Mecánica de la ECCI, desde el 2007 inició estudios cuantitativos para establecer los indicadores de reprobación (Ver tabla 1); de acuerdo con dichos estudios, la asignatura de Matemáticas II es una de las que presenta altos índices de reprobación.

| Asignatura     | 2007-2 | 2008-I | 2008-2 | 2009-I | 2009-2 | Promedio |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Matemáticas II | 70.2%  | 51.5%  | 46.2%  | 38,4%  | 51.0%  | 51.5%    |

TABLA 1 (Reprobación de Matemáticas II en estudiantes de Mecánica Automotriz)<sup>1</sup>.

Como se puede observar, en la tabla 1, la reprobación desde el segundo semestre del 2007 hasta el primer semestre del 2009 mostró una disminución, debido a que se implementaron estrategias pedagógicas como tutorías y seguimiento especial a estudiantes con bajos desempeños (en horarios fuera de clase). Pero, a pesar de estas estrategias en el segundo semestre del 2009 el índice de reprobación se incrementó nuevamente.

Las investigaciones en Educación Matemática, en las últimas dos décadas, han comenzado a analizar la problemática de la reprobación, relacionándola con los ambientes de enseñanza y aprendizaje. Desde estos enfoques los estudios sobre el problema de las dificultades que presenta un gran número de estudiantes en el aprendizaje del cálculo, reportan que en su gran mayoría dichas dificultades, obedecen entre otros a aspectos de la naturaleza epistemológica y didáctica propias del cálculo (Tall, Vinner, 1981; Artigue, 1995; Azcarate, Delgado 1996; Aparicio, Cantoral, 2006. Como se cita en Aparicio, Jarero & Ávila 2007). Específicamente, distintas investigaciones han documentado que estas dificultades se derivan del tratamiento escolar que se le otorga a los conceptos de función, límite, continuidad, diferenciación e integración (Tall, Vinner 1981; Hitt, 1994; Hitt, Páez, 2004; Azcárate, Deulofeu, 2000; Aparicio, Cantoral, 2003. Como se cita en Aparicio et al 2007).

A pesar de encontrar una gran variedad de estudios en el aprendizaje del Cálculo y especialmente en las dificultades, el problema de la reprobación en el área de matemáticas y principalmente en el Cálculo Integral, son escasos los estudios para analizar el papel que puede desempeñar la institución escolar y la clase de matemáticas con su ambiente ruidoso, sus diversos propósitos y las interacciones entre las personas que participan de ella (Bishop, 2005) y la manera que influyen en la reprobación.

---

<sup>1</sup> Informe de Rendimiento Académico (Proyecto de Mejoramiento de la Calidad Académica de los Estudiantes). Bogotá D.C., Colombia: Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Facultad de Ingeniería, Coordinación de Mecánica, 2010.

Desde los estudios sobre la clase de matemáticas, se ha desarrollado una cultura para ampliar la visión sobre el aprendizaje, ya no solamente como actividad individual sino como actividad individual y social a la vez (Voigt, 1996; Cobb, 2000, citado en Planas y Font, s.f.). La perspectiva sociocultural del aprendizaje matemático no niega la naturaleza cognitiva del sujeto ni la existencia de la denominada cognición matemática, no se trata de sustituir los principios cognitivos, sino de hacerlos coexistir con nuevos principios que contribuyan a mejorar la comprensión de los fenómenos de aprendizaje matemático desde las realidades socioculturales de los aprendices y la especificidad de los contenidos matemáticos (Planas y Font, s.f.). Esta propuesta se asume como referente en el presente estudio para analizar el fenómeno de la reprobación desde la perspectiva de la clase de Matemáticas II, por cuanto los ambientes y situaciones sociales son inherentes a su funcionamiento.

En consecuencia, el propósito del trabajo se centró en describir y establecer relaciones que permitan caracterizar los factores que de la clase de Matemáticas II, se relacionan con la reprobación en algunos estudiantes de Mecánica Automotriz de la ECCI. Para ello se estudia la clase a través de la relación existente entre las tareas de modelación con la integral definida, es decir, la resolución de problemas modelando situaciones o fenómenos propios del campo profesional de la carrera, las normas sociales y matemáticas que construyen y determinan lo que se considera actuación matemática válida y que por consiguiente establecen el orden de la clase de matemáticas; las interacciones entre profesor y estudiante que se presentan en el aula y la visión del profesor sobre lo que considera como reprobación de un estudiante, y por último, los antecedentes de los estudiantes.

## 2. Marco referencial y conceptual

El propósito del trabajo se centró en describir y establecer relaciones que permitan caracterizar los factores de la clase de Matemáticas II que influyen en la reprobación, primer lugar, se abordaron los conceptos de reprobación y algunos elementos que la causan; en segundo, lugar se describió y analizó la modelación matemática como herramienta conceptual que permite que el estudiante integre las matemáticas con otras áreas del conocimiento, puesto que como señala Camarena (2007) en las carreras universitarias asociadas a la ingeniería, el aprendizaje de la matemática no puede ser considerado como una meta de formación por sí misma, sino, que más bien debe ser asumida como una herramienta de apoyo. Seguido de esto se analizó el papel de la modelación en el programa de mecánica automotriz a partir del diseño curricular del programa. Por último, se describieron los principales elementos que componen la clase de matemáticas y destacando aquellos que permiten realizar la interpretación de los datos recolectados y se usaron para realizar el análisis de la información.

## 2.1. La Reprobación en Matemáticas

*La reprobación en la asignatura de matemáticas II del programa de mecánica automotriz.* Los índices de reprobación en la asignatura de Matemáticas II del programa de Mecánica Automotriz de la ECCI se encuentran alrededor del 50%; éste porcentaje de reprobación es establecido por la coordinación de mecánica, considerando aquellos estudiantes que de acuerdo con el manual de convivencia de la ECCI, no logran cumplir con lo establecido en el artículo 32: “una materia se aprueba cuando la evaluación definitiva es igual o superior a tres punto cero (3.0), calificación mínima aprobatoria establecida” (ECCI 2009, pg. 25); la evaluación definitiva, se define en el artículo 34 como: “la valoración de las competencias y conocimientos del estudiante, así como su avance y logro en el desarrollo de los objetivos propuestos en el plan de estudios de cada programa” (ECCI 2009, pg. 25). Bajo esta visión de reprobación, los estudios realizados por la coordinación de mecánica de la ECCI se limitan a establecer un valor cuantitativo del cumplimiento de normas institucionalmente establecidas, sin tener en consideración las posibles causas de reprobación y no se evidencia un seguimiento de la trayectoria estudiantil y de las prácticas de evaluación de los aprendizajes en la clase, por lo cual el problema en cuestión no se puede anticipar y atender oportunamente (García, 2006).

*Causas de la Reprobación.* En cuanto a las causas de la reprobación, son varios los autores que han abordado éste tema en todos los niveles de la educación, donde se ha encontrado que existen múltiples variables que influyen en los resultados que un estudiante obtiene al final de un curso, grado o semestre (Hernandez de Rincón, 2005). Así mismo para Aparicio et al. (2007), la reprobación en la asignatura de cálculo no es exclusiva de factores externos al proceso de enseñanza, sino constitutivos de éste, de igual manera para Chaín (2001, citado en García, 2006), la reprobación está determinada por multiplicidad de factores que no se logran identificar específicamente y sólo el seguimiento sistemático y el conocimiento de cada población permitirán determinar las variables asociadas a ésta.

Alemán et al. (2007), establecen que las variables que influyen en la reprobación se pueden agrupar en tres clases principalmente: Institucionales, del estudiante y las del docente, las cuales son relacionadas en la figura No. 1. Éste modelo muestra las interrelaciones entre las variables que resultaron ser relevantes tanto en la investigación cualitativa como en la cuantitativa en la reprobación.

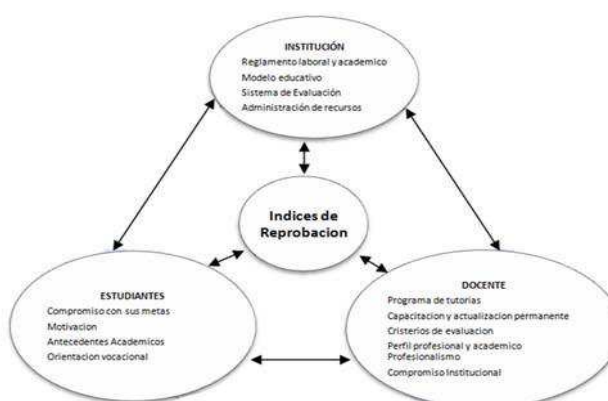


Figura No.1. Tomada de Alemán et al. (2007)

Dentro de las variables del estudiante, Alemán et al. (2007) destaca las que tienen que ver con la motivación del estudiante y los antecedentes académicos las cuales son coincidentes con las establecidas por Ruiz et al (2006). En cuanto a las variables del docente, la investigación encontró que no se le da gran importancia a la didáctica del maestro; y en las variables institucionales encontraron que el sistema de evaluación favorece el hecho de pensar “*no hay problema si no estudio para la primera oportunidad al cabo tengo más oportunidades*”, refiriéndose al hecho que la institución da la oportunidad de aprobar mediante la presentación de diversas pruebas al final de cada semestre (Alemán et al. 2007).

Es importante resaltar que las causas que provocan la reprobación a nivel universitario no pueden ser generalizadas debido a que cada caso debe ser contextualizado, para diseñar estrategias específicas que ayuden a disminuir la reprobación en cada caso (Alemán et al. 2007).

## 2.2. Modelación

*La Modelación Matemática.* Biembengut y Hein (2004), proponen la modelación matemática como un proceso involucrado en la obtención de un modelo matemático de una situación problema de la vida real o de un fenómeno de las ciencias -entendiendo modelo matemático de un fenómeno o situación problema como un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que representan, de alguna manera, el fenómeno en cuestión-, dicho modelo permite no sólo obtener una solución particular, sino también servir de soporte para otras aplicaciones o teorías. Por su parte, Bassanezi y Biembengut (1997), señalaban que la modelación es un método de enseñanza-aprendizaje utilizado como proceso dinámico que utiliza conceptos y técnicas, fundamentalmente matemáticas, para el análisis y la interpretación de situaciones reales. Como método de enseñanza permite la comprensión de problemas, fenómenos o situaciones que sean de interés para un grupo particular de estudiantes.

La propuesta de Biembengut y Hein (2004), para utilizar la modelación matemática como método de enseñanza aprendizaje permite que el estudiante integre las matemáticas con otras áreas del conocimiento, es decir que también se despierte su interés por las matemáticas frente a su aplicabilidad.

Camarena (2007), señala que en las carreras universitarias asociadas a la ingeniería, el aprendizaje de la matemática no puede ser considerado como una meta de formación por sí misma, sino, que más bien debe ser asumida como una herramienta de apoyo. De esta manera se asume a la matemática como un lenguaje, puesto que las diversas situaciones se



pueden representar a través de simbología matemática, con la matemática se optimizan diseños y recursos, se minimizan errores.

Camarena (2007), establece que el desarrollo de los cursos de matemáticas en contexto debe considerar varias fases, donde la principal es la construcción del modelo matemático para llegar a la solución del problema. A fin de efectuar una modelación matemática se hace necesario que el estudiante posea tanto elementos cognitivos (enfoques de los temas y conceptos matemáticos del área de contexto, la transposición contextualizada, el manejo conceptual de la matemática descontextualizada) como habilidades de pensamiento (para transitar del lenguaje natural al lenguaje matemático, para aplicar heurísticas, para identificar regularidades, para transitar entre diferentes representaciones de un elemento matemático y para idealizar un problema).

*La Modelación en el Programa de Mecánica Automotriz.* La formación sugerida en el programa de Mecánica Automotriz de la ECCI, en el área de matemáticas, está en concordancia con la propuesta de Camarena (2007) al considerar la matemática como una herramienta de apoyo.

La enseñanza de las matemáticas debe promover y correlacionar tanto actividades para la formación básica de los conceptos relacionados con la integral y los métodos de integración como actividades de modelación que permitan al estudiante aplicarlos y utilizarlos en la elaboración de modelos para solucionar problemas propios de la mecánica automotriz.

La importancia del cálculo integral en el programa de mecánica Automotriz de la ECCI, radica en los usos que los estudiantes puedan darle de manera tal que les ayude en la comprensión de temas específicos de otras asignaturas de su plan de estudios, además que sirva como herramienta para solucionar problemas aplicados de su quehacer académico y profesional.

*La Clase de Matemáticas.* El escenario donde se desarrolló gran parte del estudio es la clase de Matemáticas II de programa de Mecánica Automotriz de la ECCI (segundo semestre de 2010). De acuerdo con Bishop (2005), la clase de matemáticas es el producto de múltiples factores, ya que cada grupo está organizado por estudiantes y un profesor que forman una combinación única –tienen su propia identidad, sus propios eventos, su propia historia creada-, donde cada integrante de la clase crea su propia interpretación acerca de lo que sucede en la clase.

De los factores esenciales en la clase cabe destacar, en primer lugar, las tareas matemáticas propuestas por el profesor; ya que no es lo mismo una clase donde el profesor resuelve con un único modelo una situación en el tablero y luego propone a los estudiantes la misma estructura del modelo para que los estudiantes encuentren la única solución, a clases donde los estudiantes se involucren en situaciones de investigación, con trabajo colectivo y las soluciones son discutidas y argumentadas con todo el grupo (Bishop, 1997).

Un segundo factor a tener en cuenta son los aspectos relacionados con las concepciones y actitudes de los estudiantes concernientes a las matemáticas: sus conocimientos y experiencias en el aprendizaje de las matemáticas. Específicamente en la formación profesional un elemento importante es la relación y las actitudes del estudiante con la profesión y con la institución.

Por último, podemos decir que existen factores que se relacionan con el contexto escolar y social: la organización y el funcionamiento de la escuela, los recursos existentes y las expectativas de los padres y la comunidad (Bishop, 1997). En el caso particular de la formación técnica estos factores están relacionados con la institución profesional encargada de la formación.



FIGURA 2

la dinámica propia de la clase; como nuestro objetivo fue analizar las relaciones entre los diferentes aspectos de la clase de matemáticas para caracterizar la reprobación en tres estudiantes de Mecánica Automotriz de la ECCI.

A partir de lo planteado por Bishop (1997) acerca de los factores presentes en la clase de matemáticas mencionados anteriormente, los agrupamos en tres componentes principales: Factores asociados al estudiante, Factores asociados al profesor y aquellos que son inherentes a la Institución, los cuales se representan en la figura No. 5. Todos los factores presentes en la anterior figura y que intervienen en la clase de matemáticas, no se encuentran de manera aislada, sino que coexisten simultáneamente en

### 3. Metodología y contexto

#### 3.1. Enfoque de Investigación.

La investigación utilizó un enfoque metodológico cualitativo e interpretativo, y el método etnográfico centrado en un estudio de casos, como herramienta para estudiar y comprender la clase de Matemáticas II a partir de las ideas, creencias, presupuestos, comportamientos y cosas que hacen tanto estudiantes como profesor (Moreira, 2002).

Para la selección del grupo de estudio, se consideraron los diez cursos de Matemáticas II proyectados en el segundo semestre de 2010 para el programa de Mecánica Automotriz; de estos se seleccionó aquel curso en el cual estaban matriculados seis estudiantes que habían reprobado la asignatura en el semestre anterior (dos de ellos la habían reprobado por segunda ocasión) y sobre los que se enfocaría la técnica de “observación no participante”; además el profesor que orientaba la asignatura estuvo dispuesto a colaborar con la investigación y accedió a participar voluntariamente en ella. Asimismo, se acordó que el primer día de clase se les informaría a los estudiantes de nuestra presencia en el aula, señalándoles que nuestra posición era de observadores y que se iban a video grabar algunas sesiones.

La técnica de “observación no participante” consiste en observar las cosas tal y como suceden, con la menor interferencia posible (Planas, 2004); cabe señalar que sólo se observan las situaciones de interés como suceden, naturalmente, con la menor interferencia posible, siendo el investigador teóricamente ajeno a los procesos que ocurren en la clase (García Torres, 2006).

Durante el estudio se grabaron ocho horas de video correspondientes a cuatro sesiones de clase, estas videograbaciones permitieron observar detenidamente y en repetidas ocasiones las clases grabadas a fin de seleccionar las situaciones de interés o escenas claves, donde el profesor planteaba tareas que involucraban el uso de la integral definida y donde los estudiantes repitentes desarrollaban cierta actividad matemática. Los estudiantes siempre estuvieron dispuestos a colaborar en el estudio y no mostraron inconveniente alguno por la presencia del investigador y las grabaciones de las clases.

Aunque la observación constituye el principal elemento descriptivo de la micro etnografía, también se utilizaron cuestionarios aplicados a los participantes de la clase; esta herramienta tenía como propósito descubrir las visiones de las distintas personas y recoger información sobre determinadas experiencias, actitudes, creencias y expectativas de los diferentes participantes de la clase de Matemáticas II seleccionada para la investigación.

Los cuestionarios fueron estructurados previamente considerando algunos de los factores que intervienen en la clase de matemáticas que se describieron anteriormente y que de acuerdo con García (2006), Aparicio et al. (2007) y Alemán et al. (2007) se relacionan con la reprobación en la asignatura de Cálculo; estos cuestionarios se aplicaron al inicio de la observación no participante en las clases, a los siguientes participantes de la clase de Matemáticas II de la ECCI: El profesor que orientaba la asignatura de matemáticas II y los estudiantes que repetían el curso.



### 3.2. *Las Categorías De Análisis.*

Las categorías de análisis se establecieron a partir de los principales elementos que componen la clase de matemáticas, de acuerdo con los factores que se relacionan con la reprobación, presentados en las conclusiones realizadas por García (2006), Aparicio (2007) y los referentes conceptuales hechos en la investigación.

La primera categoría es la visión del estudiante acerca de su experiencia y proceso en el aprendizaje de las matemáticas: Articula las actitudes, vivencias, conocimientos, expectativas y concepciones relacionadas con las matemáticas (Bishop, 1997), que determinan su interés en participar en el aprendizaje y cómo se ha vinculado a él. Las concepciones se refieren a una estructura mental que abarca creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas e imágenes mentales (Thompson 1992, citado en Llinares s.f.). La segunda categoría de análisis es el enfoque sobre la enseñanza en la clase de matemáticas II: Relaciona el tipo de tareas propuestas por el profesor como punto de partida para el desarrollo de la actividad matemática del estudiante (Bishop, 1997), los contenidos matemáticos desarrollados en la tarea y que están propuestos en el programa de la asignatura, los ambientes de aprendizaje que se generan y cómo se regulan con las normas sociales, matemáticas y socio matemáticas.

La tercera categoría de análisis es el ambiente institucional con sus normas y organización curricular, la cual determina el contenido matemática a desarrollar en el aula.

Con base en estas categorías que intervienen en la clase de cálculo integral, la unidad de análisis es la tarea propuesta por el profesor y las actividades desarrolladas por los estudiantes, pues constituyen una red de interrelaciones articulada por las acciones de los estudiantes que están determinadas por las normas sociales y matemáticas.

## 4. Conclusiones

- Coincidimos con lo planteado por García (2006) y Alemán et. al, (2007) frente a la reprobación en los cursos del Cálculo Integral, la cual está determinada por multiplicidad de factores que no se logran identificar de manera aislada, sólo el seguimiento sistemático y el conocimiento de cada población permitirá determinar las variables particulares asociadas a esta. Dentro de los factores relevantes presentes en la clase de Matemáticas II de la ECCI, pudimos establecer que las tareas matemáticas propuestas por el profesor a los estudiantes, aunque pueden promover la participación y comunicación en clase, no garantizan que los estudiantes acaten de manera eficiente las normas sociales, matemáticas y socio matemáticas establecidas en la clase, ya que el cumplimiento de estas también

dependen de la motivación y expectativas del estudiante, situación que influye con la reprobación de algunos estudiantes.

- A partir de las encuestas realizadas a los estudiantes se logró evidenciar que era bastante motivante para ellos el aprendizaje del cálculo integral cuando tenían un empleo que se encontraba relacionado con la carrera técnica que estaban cursando, como en el caso del estudiante E3 que manifestaba la utilidad del cálculo en su desempeño profesional, a corto y mediano plazo.

## Referencias bibliográficas

- Alemán N, A. E., Reyes V, E., Quintanilla R, R., & Rocio B, E. E. (9 de Abril de 2007). *La Reprobación en la Universidad: Un modelo para disminuirla*.
- Aparicio, E., Cantoral R. (2003). Sobre la noción de continuidad puntual: Un estudio de las formas discursivas utilizadas por estudiantes universitarios en contextos de geometría dinámica. *Epsilon*. 56, 169-198.
- Bishop, A. (1997). Funcionamiento de la clase de matemáticas. En A, J. P. Ponte, M. Graca, & P. Abrantes, *Didáctica de la Matemática*. Lisboa.
- Bishop, A. J. (2005). La construcción social del significado: ¿un desarrollo significativo para la educación matemática? En A. J. Bishop, *Aproximación sociocultural a la educación matemática* (págs. 18-26). Santiago de cali: Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía .
- Camarena G, P. (2007). La Modelación Matemática en el Ambiente de Aprendizaje: Una Innovación. *Memorias del Segundo Congreso Internacional de Innovación Educativa. "Innovación Valor Agregado Al Conocimiento"*. México D.F.
- García, Estelita. (2006). *Un Estudio Descriptivo de las Interacciones en el Aula. Elemento de Análisis en la Reprobación y Rezago de Cálculo*.
- Planas, N. (2004 ). Metodología para analizar la interacción entre lo cultural, lo social y lo afectivo en educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias* , 19-36.
- Planas, N., & Font, V. (s.f.). Una Aproximación Sociocultural A Las Dificultades De Aprendizaje Matemático. *Revista, Educación y Diversidad* , 135-150.

**Volver al índice**  
**Mesas Temáticas**