

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS**  
**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



**“APLICACIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA A3 CON  
EL OBJETO DE ELEVAR EL ÍNDICE DE APROBACIÓN EN LA  
MATERIA DE CÁLCULO INTEGRAL. CASO: FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y NEGOCIOS, UNIDAD TECATE”**

**TESIS**

**que para obtener el grado de MAESTRO EN INGENIERÍA**

**presenta:**

**CLAUDIA LIZETH MÁRQUEZ MARTÍNEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M. I. EDITH MONTIEL AYALA**

**TECATE, B. C.**

**NOVIEMBRE DEL 2013**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

VOTOS APROBATORIOS DE TESIS DE DOCTORADO O MAESTRIA

Fecha: 13 de diciembre de 2013

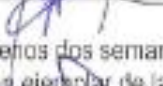
Nombre del autor: Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Título de la tesis:

"APLICACIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA A3 CON EL OBJETO DE ELEVAR EL ÍNDICE DE APROBACIÓN EN LA MATERIA DE CÁLCULO INTEGRAL. CASO: FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS, UNIDAD TECATE"

CERTIFICAMOS QUE ESTA TESIS HA SIDO APROBADA POR LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE TESIS PARA SU DEFENSA EN EXAMEN ORAL.

Favor de regresar esta forma debidamente firmada y acompañada de la tesis del estudiante, para su revisión a la Coordinación del programa y Coordinación de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería.

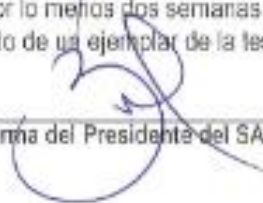
| Grado Académico | Nombre                           | Firma                                                                                 | Función    |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| M.I.            | Montiel Ayala Edith              |   | Presidente |
| M.C.A.          | Ferreiro Martínez Vella Verónica |  | Secretario |
| M.C.            | Rojas Magaña Alejandro           |  | Vocal      |
| M.I.            | Garambullo Adriana Isabel        |  | Supiente   |

Este formato deberá entregarse a la coordinación del programa por lo menos dos semanas antes de la fecha de examen elegida, con las firmas correspondientes y acompañado de un ejemplar de la tesis.



Coordinación de Investigación y Posgrado

Nombre y firma del Presidente del SACC (programa).



**RESUMEN** de la tesis del Ing. Ind. Claudia Lizeth Márquez Martínez; presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN INGENIERÍA, Tecate, Baja California, México. Noviembre de 2013.

**“Aplicación y adaptación de la Metodología A3 con el objeto de elevar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral. Caso: Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate”**

Resumen aprobado por:

---

M.I. Edith Montiel Ayala

Director de tesis

En la presente investigación se muestra la aplicación y adaptación de la Metodología A3 con el objetivo de elevar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral en la Facultad de Ingeniería y Negocios Unidad Tecate, perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California. Esta metodología es utilizada a nivel industrial para resolver problemas de calidad y productividad adaptándose al contexto educativo, y parte de las contramedidas propuestas para brindar posibles soluciones al problema planteado fueron: realizar una investigación experimental, aplicando instrumentos de recolección de datos como: la observación, notas de campo, cuestionario y posprueba, asimismo, se seleccionaron dos grupos de estudio, el grupo experimental y el de control. La aplicación de la Metodología A3 sólo se implementó en el grupo experimental con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos entre ambos grupos, dichos resultados fueron determinantes para aceptar las hipótesis, lo que determina que esta investigación obtuvo resultados favorables debido al incremento en el índice de aprobación de la materia de cálculo integral en el periodo 2013-1.

**ABSTRACT** of the thesis presented by Ind. Eng. Claudia Lizeth Márquez Martínez, in order to obtain the Master Degree in ENGINEERING, Tecate Baja California Mexico. Jun, 2013.

**“Application and adaptation of the A3 methodology with the objective of raising the rate of approval of the integral calculus course. Case: Faculty of Engineering and Business Tecate Unit”**

Abstract approved by:

---

M.I. Edith Montiel Ayala

Thesis Director

This research shows the application and adaptation of the A3 methodology with the objective of raising the rate of approval of the integral calculus course at the Faculty of Business and Engineering Tecate, belonging to the Universidad Autónoma de Baja California. This methodology is used by industry to solve quality and productivity issues. For this inquiry the methodology was adapted for the education context and part of the countermeasures proposed to provide possible solutions to the problem posed were: to make an experimental research, apply tools for data collection for example observation, field notes, questionnaire and posttest also two study groups were selected, the experimental and control groups. The implementation of the A3 methodology was only applied on the experimental group in order to compare the results obtained between the two groups; these results were determining to accept the hypothesis, which determines that this study had favorable results due to the increase in approval rating of the integral calculus course in the period 2013-1.

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por permitirme concluir una etapa profesional y por haber puesto en mi camino a personas especiales que hicieron que este trayecto formativo fuera más sencillo.*

*A mi familia por su cariño y apoyo, especialmente a mis padres Ana Elvia y Manuel que con su ejemplo me han enseñado a ser una persona de bien y a esforzarme constantemente para lograr mis metas, a mis hermanos José Manuel y Mario Alberto por cuidarme, ayudarme y apoyarme a lo largo de mi vida.*

*A mi sobrina Anaia que por su gran ingenio e inteligencia me motiva a seguir estudiando y sobre todo por estar al pendiente de mí en largas horas de trabajo, acompañándome y ayudándome a terminar mis tareas. . .*

*A Alfredo Chuquimia Apaza por su ayuda, apoyo incondicional, por apertar sus ideas, compartir su tiempo, conocimientos y trabajo.*

*A mi directora de Tesis M.I. Edith Montiel Ayala que sin duda representa para mí un ejemplo, por ser una persona inteligente, capaz de lograr sus objetivos con base al esfuerzo y trabajo constante, le agradezco la ayuda que me brindó y la orientación objetiva para la realización de esta investigación.*

*A la Dra. Ana Bertha Plascencia Villanueva por compartir sus conocimientos, experiencia y sobre todo por guiarme en el momento crucial de la realización de esta tesis, por entender mis ideas y por su enorme disposición para ayudar, por ser una gran persona digna de admiración y respeto.*

*A mis compañeros de Maestría por hacer las clases amenas y por compartir conmigo sus experiencias.*

*A todos mis alumnos por su participación, paciencia, esfuerzo y comprensión.*

*Claudia Lizeth Márquez Martínez*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1. Introducción</b>                                                                                     | <b>1</b>  |
| 1.1 Antecedentes                                                                                                    | 1         |
| 1.2 Planteamiento del problema                                                                                      | 3         |
| 1.3 Preguntas conducentes a la investigación y a las hipótesis                                                      | 3         |
| 1.4 Hipótesis                                                                                                       | 4         |
| 1.5 Delimitaciones                                                                                                  | 4         |
| 1.6 Descripción del estudio                                                                                         | 4         |
| 1.7 Metas y Objetivos                                                                                               | 5         |
| 1.8 Definiciones                                                                                                    | 6         |
| 1.9 Resumen                                                                                                         | 9         |
| <br>                                                                                                                |           |
| <b>Capítulo 2. Revisión Bibliográfica</b>                                                                           | <b>10</b> |
| 2.1 Educación y desarrollo                                                                                          | 10        |
| 2.1.1 Resultados de pruebas ENLACE y PISA en el área de matemáticas en México                                       | 10        |
| 2.1.2 Concepto de índice de reprobación, deserción y eficiencia terminal, causas que se le atribuyen                | 11        |
| 2.1.3 Impacto en el índice de la eficiencia terminal el abandono de los estudios                                    | 14        |
| 2.2 Calidad y productividad                                                                                         | 14        |
| 2.2.1 Metodologías relacionadas con calidad y productividad                                                         | 15        |
| 2.2.1.1 Metodología A3                                                                                              | 15        |
| 2.2.1.2 Seis Sigma                                                                                                  | 17        |
| 2.2.1.3 Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)                                                                 | 18        |
| 2.2.1.4 Ocho disciplinas 8D                                                                                         | 19        |
| 2.2.1.5 Círculos de Calidad                                                                                         | 19        |
| 2.3 Metodologías aplicadas en la FIN Tecate con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje | 22        |
| 2.3.1 Evaluación colegiada del aprendizaje                                                                          | 22        |
| 2.3.2 Implementación de la Metodología 8 Disciplinas en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate         | 22        |

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.3 Implementación de Círculos de Calidad en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate      | 23        |
| 2.4 Aplicación de la Metodología A3 en el sector industrial y médico                                    | 24        |
| 2.5 Resumen                                                                                             | 25        |
| <b>Capítulo 3. Metodología</b>                                                                          | <b>27</b> |
| 3.1 Introducción                                                                                        | 27        |
| 3.2 Desarrollo e implementación de la Metodología A3, adaptación de los 7 pasos para esta investigación | 30        |
| 1. Background (Fondo) (Paso 1-A3)                                                                       | 30        |
| 2. Current conditions (Condiciones actuales) (Paso 2-A3)                                                | 31        |
| 3. Goals/Targets (Metas / Objetivos) (Paso 3-A3)                                                        | 32        |
| 4. Analysis (Analizar) (Paso 4-A3)                                                                      | 33        |
| 5. Proposed Countermeasures (Contramedidas propuestas) (Paso 5-A3)                                      | 35        |
| 6. Plan (Paso 6-A3)                                                                                     | 42        |
| 7. Seguimiento (Paso 7-A3)                                                                              | 44        |
| 3.3 Resumen                                                                                             | 46        |
| <b>Capítulo 4. Análisis de resultados de la investigación</b>                                           | <b>47</b> |
| 4.1 Porcentaje de respuesta del cuestionario                                                            | 47        |
| 4.2 Interpretación de resultados                                                                        | 48        |
| 4.2.1 Resultados de la observación y nota de campo                                                      | 48        |
| 4.2.2 Resultados del cuestionario                                                                       | 49        |
| 4.2.3 Interpretación de los resultados obtenidos en el cuestionario                                     | 59        |
| 4.3 Material didáctico (tratamiento experimental) y posprueba                                           | 63        |
| 4.3.1 Material didáctico (tratamiento experimental)                                                     | 63        |
| 4.3.2 Posprueba                                                                                         | 64        |
| 4.4 Resultados de la posprueba                                                                          | 71        |
| 4.4.1 Interpretación de los resultados obtenidos en la posprueba                                        | 75        |
| 4.5 Análisis preliminar                                                                                 | 79        |
| 4.5.1 Reporte de respuestas y comentarios reales representativos                                        | 81        |
| 4.6 Análisis descriptivo                                                                                | 85        |
| 4.7 Comprobación de hipótesis                                                                           | 87        |

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| 4.8 Resumen                                       | 90        |
| <b>Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones</b> | <b>92</b> |
| 5.1 Visión general de la investigación            | 92        |
| 5.2 Hallazgos no calculados                       | 92        |
| 5.3 Limitaciones no esperadas                     | 92        |
| 5.4 Narrativa etnográfica                         | 93        |
| 5.5 Conclusiones                                  | 94        |
| 5.6 Recomendaciones                               | 96        |
| <b>Bibliografía</b>                               | <b>97</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                     |           |
| <b>ANEXO 1. REPORTE A3</b>                        | 103       |
| <b>ANEXO 2. CUESTIONARIO</b>                      | 104       |
| <b>ANEXO 3. POSPUREBA</b>                         | 107       |

# ÍNDICE DE FIGURAS

| <b><u>Figura</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b><u>Página</u></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Figura 3.1.- Pasos de la Metodología A3, adaptados en forma de diagrama por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para esta investigación con base a los propuestos por John Shook en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).                                                                                          | 27                   |
| Figura 3.2.- Reporte A3 utilizado para esta investigación. Fuente: Adaptada y elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez con base a los pasos propuestos por John Shook y David Verble en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).                                                                             | 30                   |
| Figura 3.3.- Análisis de las causas y consecuencias del alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral. Fuente: Adaptada y elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para esta investigación de acuerdo a Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto), considerando sólo la consecuencia del alto índice de reprobación que es el objeto de estudio de esta investigación. | 34                   |
| Figura 3.4.- Simbología que se utilizó para el diseño de experimentos, con posprueba únicamente y grupo control.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 36                   |
| Figura 3.5.- Ruta crítica de las contramedidas propuestas en el paso 5-A3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 43                   |
| Figura 3.6.- Generación de modelo que orientó a la didáctica aplicada en el grupo experimental.                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 45                   |
| Figura 4.1.- Número de respuestas totales esperadas y número de respuestas totales obtenidas.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 47                   |
| Figura 4.2.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 49                   |
| Figura 4.3.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50                   |
| Figura 4.4.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 51                   |
| Figura 4.5.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 52                   |
| Figura 4.6.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 53                   |

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4.7.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 6.                                                                          | 54 |
| Figura 4.8.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 7.                                                                          | 55 |
| Figura 4.9.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 8.                                                                          | 56 |
| Figura 4.10.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 9.                                                                         | 57 |
| Figura 4.11.- Gráfica de los resultados de la pregunta número 10.                                                                        | 58 |
| Figura 4.12.- Porcentaje de respuesta “Actitud muy favorable” obtenida por cada reactivo del cuestionario.                               | 85 |
| Figura 4.13.- Porcentaje de estudiantes del grupo experimental y de control que contestaron correctamente los reactivos de la posprueba. | 86 |
| Figura 5.1.- Modelo propuesto por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para ser utilizado en Instituciones educativas.                | 95 |

# ÍNDICE DE TABLAS

| <b><u>Tabla</u></b>                                                                                                                                                    | <b><u>Página</u></b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Tabla 2.1.- Resumen de los pasos de las 5 metodologías analizadas en esta investigación implementadas en el sector industrial para mejorar la calidad y productividad. | 21                   |
| Tabla 3.1.- Descripción de las acciones a seguir para la implementación de la Metodología.                                                                             | 28                   |
| Tabla 3.2.- Alumnos que cursaron y no aprobaron la materia de cálculo integral en periodo ordinario.                                                                   | 31                   |
| Tabla 3.3.- Simbología de los diseños experimentales.                                                                                                                  | 35                   |
| Tabla 3.4.- Elementos de la Nota de Campo.                                                                                                                             | 38                   |
| Tabla 3.5.- Distribución de la muestra seleccionada para la aplicación del cuestionario.                                                                               | 39                   |
| Tabla 3.6.- Relación de validez de constructo para el cuestionario.                                                                                                    | 41                   |
| Tabla 3.7.- Ruta crítica. Implementación de la Metodología A3.                                                                                                         | 45                   |
| Tabla 4.1.- Información recopilada en las notas de campo.                                                                                                              | 49                   |
| Tabla 4.2.- Resultados de la pregunta número 1 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 49                   |
| Tabla 4.3.- Resultados de la pregunta número 2 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 50                   |
| Tabla 4.4.- Resultados de la pregunta número 3 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 51                   |
| Tabla 4.5.- Resultados de la pregunta número 4 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 52                   |
| Tabla 4.6.- Resultados de la pregunta número 5 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 53                   |
| Tabla 4.7.- Resultados de la pregunta número 6 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 54                   |
| Tabla 4.8.- Resultados de la pregunta número 7 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                                  | 55                   |

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 4.9.- Resultados de la pregunta número 8 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                 | 56 |
| Tabla 4.10.- Resultados de la pregunta número 9 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.                | 57 |
| Tabla 4.11.- Resultados de la pregunta número 10 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.               | 58 |
| Tabla 4.12.- Relación del número de reactivos por tema y valor o puntaje de cada reactivo para la posprueba de la Unidad III Técnicas de Integración. | 66 |
| Tabla 4.13.- Relación de validez de constructo para la posprueba.                                                                                     | 70 |
| Tabla 4.14.- Resultados del Reactivo 1 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 71 |
| Tabla 4.15.- Resultados del Reactivo 2 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 71 |
| Tabla 4.16.- Resultados del Reactivo 3 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 72 |
| Tabla 4.17.- Resultados del Reactivo 4 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 72 |
| Tabla 4.18.- Resultados del Reactivo 5 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 72 |
| Tabla 4.19.- Resultados del Reactivo 6 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 73 |
| Tabla 4.20.- Resultados del Reactivo 7 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 73 |
| Tabla 4.21.- Resultados del Reactivo 8 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 73 |
| Tabla 4.22.- Resultados del Reactivo 9 obtenidos por ambos grupos.                                                                                    | 74 |
| Tabla 4.23.- Resultados del Reactivo 10 obtenidos por ambos grupos.                                                                                   | 74 |
| Tabla 4.24.- Resultados del Reactivo 11 obtenidos por ambos grupos.                                                                                   | 74 |
| Tabla 4.25.- Resultados del Reactivo 12 obtenidos por ambos grupos.                                                                                   | 75 |
| Tabla 4.26.- Resultados de la nota de campo en relación con las variables independientes planteadas en el paso 4-A3.                                  | 79 |
| Tabla 4.27.- Resultados del porcentaje de actitud muy favorable por reactivo del cuestionario.                                                        | 80 |
| Tabla 4.28.- Porcentaje de alumnos del grupo experimental y de control que contestó correctamente cada reactivo de la posprueba.                      | 81 |

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 4.29.- Porcentaje y categorización de los comentarios reales representativos con relación a las variables independientes descritas en el paso 4-A3.                                      | 82 |
| Tabla 4.30.- Medidas de tendencia central y desviación estándar del porcentaje de respuesta “Actitud muy favorable” por cada reactivo del cuestionario.                                        | 86 |
| Tabla 4.31.- Medidas de tendencia central y desviación estándar del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y de control que contestaron correctamente los reactivos de la posprueba. | 87 |
| Tabla 4.32.- Posibles causas del alto índice de reprobación y porcentaje de “actitud favorable” que se obtuvo en las respuestas del cuestionario.                                              | 89 |

# Capítulo 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

En la actualidad el mundo globalizado exige una mejor preparación y con ello cumplir con los estándares de calidad que brinden la oportunidad de ser competitivos a nivel internacional, es relevante que tanto las empresas como los profesionistas cuenten con una certificación bajo una norma oficial reconocida que contribuya a la mejora y actualización continua. En el ámbito industrial las certificaciones son diversas y reguladas principalmente por la Organización Internacional de Estándares (ISO), que asegura que los productos y servicios que una empresa provee son seguros, confiables y de buena calidad, ayudando con esto a acceder a nuevos mercados y facilitar el comercio global, libre y justo.

Del ISO emanan diferentes estándares o indicadores a los que les asignan numeraciones seguidas de las siglas ISO e inmediatamente después el número al que se refiere la actividad que regula, como por ejemplo la calidad de los productos y servicios (ISO 9000), el cuidado del medio ambiente (ISO 14000), la responsabilidad social con la que negocios y empresas deben operar (ISO 26000), entre otros.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) al igual que las empresas, también cuentan con distintos medios evaluadores como por ejemplo el Consejo Para la Acreditación de la Educación Superior, A.C. (COPAES) que es la única instancia validada por la Secretaría de Educación Pública (SEP) en México para conferir reconocimiento formal a favor de las organizaciones cuyo fin es acreditar programas de educación superior, profesional asociado y técnico superior universitario y una de sus principales funciones es precisamente la calidad de la educación superior. A su vez, otro organismo de igual importancia son los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, A.C. (CIEES) que evalúa las funciones y los programas académicos que se imparten en las instituciones educativas públicas.

En lo que respecta a la enseñanza de las ingenierías también se cuenta con el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI) que establece procesos de evaluación con fines de acreditación revisando desde su función social (pertinencia), suficiencia y calidad del servicio que brindan las instituciones que cuentan con programas de diversas ramas de la ingeniería.

Todos estos organismos han registrado cambios importantes en las IES a partir de las recomendaciones recibidas por cada uno de ellos, esto permite mejorar planes y programas de estudio haciéndolos pertinentes a las demandas del país y formando profesionistas, preparados, competitivos, comprometidos y responsables con su entorno.

Sin duda alguna, la Facultad de Ingeniería y Negocios Unidad Tecate (FIN Tecate) perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) está comprometida y regulada por organismos como COPAES y CIEES; y por ende sus programas y planes de estudios son pertinentes de acuerdo a las necesidades del entorno.

A partir del interés por cumplir con estándares de calidad en la educación, la FIN Tecate tiene como misión mantener una estrecha vinculación con su entorno socioeconómico, contribuir en la formación, capacitación y actualización de profesionistas independientes, críticos, con alto sentido de responsabilidad social, mediante el desarrollo de habilidades básicas y actitudes.

Considerando lo anterior, se puede afirmar que el reto al que se enfrentan las IES es muy grande y obliga a una constante mejora, ubicando como centro de atención a los alumnos.

Por tal motivo, es importante revisar las causas que inciden en el abandono de los estudios, pues esto afecta el desarrollo profesional y personal del alumno y también se perjudica el índice de eficiencia terminal que trae como consecuencias pérdidas económicas al generar vacantes extemporáneas que excluyen a alumnos que pudieron haber sido admitidos, afectando la organización y la programación académica y, en muchos casos, el prestigio institucional.

Por lo tanto, así como las empresas del sector público y privado buscan mejorar el servicio al cliente, implementando metodologías para determinar la causa raíz de diversos problemas y buscar soluciones óptimas que ayuden a erradicarlos, es importante como institución educativa buscar soluciones a problemas que inciden en el abandono de los estudios tal como, el índice de reprobación.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Evaluando los resultados de algunos estudiantes de la FIN Tecate de la UABC que cursaron la materia de cálculo integral en los periodos 2009 al 2011 reflejó que el 49% de los alumnos reprueban la asignatura, lo que probablemente sea a causa de: La falta de aplicación de una metodología que permita seleccionar diversas estrategias para identificar la raíz del problema y que conduzca a elevar el índice de aprobación.

Lo anterior trae como consecuencias la falta de soluciones efectivas que permitan aumentar el índice de aprobación y nivel de aprovechamiento, así como disminuir la deserción estudiantil.

## **1.3 Preguntas conducentes a la investigación y a las hipótesis**

1. ¿Es posible identificar una metodología utilizada en la industria que permita determinar la causa raíz del problema de reprobación en la asignatura de cálculo integral?
2. ¿El adaptar e implementar una metodología de calidad utilizada en la industria incidirá en el aumento del aprovechamiento en la materia de cálculo integral?
3. ¿La metodología elegida permitirá disminuir a mediano plazo el índice de reprobación en la asignatura de cálculo integral?

## **1.4 Hipótesis**

H1: La aplicación de una metodología que identifique la causa raíz del problema y proponga soluciones efectivas permanentes, permitirá aumentar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral cursada por alumnos de la FIN Tecate en etapa básica.

## **1.5 Delimitaciones**

Esta investigación se llevó a cabo en la FIN Tecate perteneciente a la UABC con dirección en Calzada Universidad No.1 Fraccionamiento San Fernando, Tecate, Baja California México.

Actualmente la Facultad cuenta con 725 estudiantes y una planta de 78 docentes, el área escolar esta provista con laboratorios, aulas, biblioteca y audio visual; adecuados para el proceso enseñanza aprendizaje, la presente investigación contó con la materia prima suficiente enfocándose en dos grupos de estudiantes de segundo semestre que cursaron la materia de cálculo integral en el 2013.

El problema de reprobación repercute en diversos factores como: aspectos socioeconómicos, de educación y desarrollo, calidad y productividad, enfocándose esta investigación específicamente a los dos últimos.

## **1.6 Descripción del estudio**

Se buscó dar solución a la problemática encontrada mediante un estudio inicial del marco bibliográfico que permitió identificar algunas de las metodologías de solución de problemas existentes en el área de estudio de calidad y productividad y que son aplicables en el área de Ingeniería Industrial.

## **1.7 Metas y Objetivos**

Esta investigación adaptó en el semestre 2013-1 una metodología de las existentes en el sector industrial que ayudó en la preparación de la ruta crítica que guio a soluciones para el incremento del índice de aprobación de los alumnos que cursaron cálculo integral en el segundo semestre del Tronco Común Ciencias de la Ingeniería (TCCI) de la FIN Tecate y se apoyó en:

1. Analizar algunas de las metodologías de calidad y productividad aplicadas con éxito en el ámbito industrial, seleccionando la más pertinente e implementándola en el contexto educativo.
2. Elevar el aprovechamiento de los estudiantes que cursan la materia de cálculo integral y disminuir el índice de reprobación.
3. Ayudar al seguimiento de investigaciones con fines similares y servir de base para la implementación de una nueva metodología que sea susceptible de aplicar en otras asignaturas que también presentan alto índice de reprobación.

## 1.8 Definiciones

Acreditación.- Referente a un programa académico del nivel superior. Es el reconocimiento público que otorga un Organismo Acreditador en el sentido de que cumple con determinados criterios y parámetros de calidad. Significa también que el programa tiene pertinencia social. COPAES (2013).

Actitud.- Postura del cuerpo humano, especialmente cuando es determinada por los movimientos del ánimo, o expresa algo con eficacia. Disposición de ánimo manifestada de algún modo. Real Academia Española (2001).

Aprovechamiento.- Acción y efecto de aprovechar o aprovecharse. Emplear útilmente algo, hacerlo provechoso o sacarle el máximo rendimiento. Real Academia Española (2001).

Autoestima.- Valoración generalmente positiva de sí mismo. Real academia Española (2001).

Cálculo.- Cómputo, cuenta o investigación que se hace de algo por medio de operaciones matemáticas. Real Academia Española (2001).

Cálculo Diferencial.- Parte de las matemáticas que opera con las diferencias infinitamente pequeñas de las cantidades variables. Real Academia Española (2001).

Cálculo Integral.- Parte de las matemáticas que trata de obtener una función a partir de su derivada. Real Academia Española (2001).

Certidumbre.- Certeza. Conocimiento seguro y claro de algo. Real Academia Española (2001).

Competencias.- Capacidad para responder con éxito a exigencias complejas en un contexto particular, movilizand o conocimientos y aptitudes cognitivas y prácticas, y componentes sociales y comportamentales como actitudes, emociones, valores y motivaciones. Rychen y Salganik (2006).

Elección.- Acción y efecto de elegir. Libertad para obrar. Real Academia Española (2001).

Entorno.- Ambiente, lo que rodea. Real Academia Española (2001).

Errónea.- Que contiene error. Concepto equivocado o juicio falso. Acción desacertada o equivocada. Real Academia Española (2001).

Estrategia de Aprendizaje.- Son procedimientos (conjuntos de pasos, operaciones o habilidades) que un aprendiz emplea en forma consciente, controlada e intencional como instrumentos flexibles para aprender significativamente y solucionar problemas. Díaz F. y Hernández G. (2002).

Incertidumbre.- Falta de certidumbre. Real Academia Española (2001).

Lógica.- Ciencia que expone las leyes, modos y formas del conocimiento científico. Real academia Española (2001).

Lógica matemática.- La que opera utilizando un lenguaje simbólico artificial y haciendo abstracción de los contenidos. Real academia Española (2001).

Lógico.- Perteneciente o relativo a la lógica. Conforme a las reglas de la lógica. Real Academia Española (2001).

Metodología.- Ciencia del método. Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal. Real Academia Española (2001).

Motivación.- Se deriva del vocablo *movere* que significa moverse, poner en movimiento o estar listo para actuar. Es un factor cognitivo afectivo que determina los actos volitivos de los sujetos. En el plano pedagógico se relaciona con la posibilidad de estimular la voluntad, interés y esfuerzo por el aprendizaje. Díaz F. y Hernández G. (2002).

Razonamiento.- Acción y efecto de razonar. Discurrir, ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión. Real Academia Española (2001).

Recursos.- Medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende. Real Academia Española (2001).

Recursos didácticos.- Son los medios de enseñanza que constituyen distintas imágenes y representaciones que se confeccionan especialmente para la docencia; también abarcan objetivos naturales e industriales, tanto en su forma natural como preparada, los cuales contienen información y se utilizan como fuentes de conocimiento. Labarrere (2001).

Tronco común.- Consisten, desde un punto de vista técnico, en un conjunto de asignaturas pertenecientes a un grupo de carreras afines, de la misma área del conocimiento y que se cursan en la etapa básica. El tronco común es un espacio académico al que ingresa un estudiante en la etapa de formación básica, sin que esté predeterminada la carrera que finalmente cursará. UABC (s.f.)

## **1.9 Resumen**

Se identificó como problema el alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral del TCCI de la FIN Tecate, de la UABC, según el estudio estadístico que se realizó de los periodos del 2009-1 al 2011-1, reflejó que el 49% del total de alumnos que cursó la materia no acreditó en periodo ordinario, lo que orientó a la formulación de una hipótesis, decidiendo realizar una investigación sobre algunas metodologías existentes en el sector industrial con el objeto de estudiar el problema y proponer posibles soluciones que conlleven a elevar el índice de aprobación. Enfocándose a estudiar bibliografía referente a temáticas sobre educación y desarrollo así como, calidad y productividad.

## **Capítulo 2. Revisión Bibliográfica**

Es de suma importancia contar con un fundamento teórico así como realizar una revisión bibliográfica relacionada con las áreas a tratar con la finalidad de dar solución a la problemática encontrada, esta investigación se enfocó en las áreas de educación y desarrollo, calidad y productividad, todo ello fundamentado con diversos autores con el objetivo de lograr posibles soluciones y la comprobación de la hipótesis.

### **2.1 Educación y desarrollo**

#### **2.1.1 Resultados de pruebas ENLACE y PISA en el área de matemáticas en México.**

Vidal (2009) comenta que anteriormente se podía considerar que prácticamente no había evaluación educativa en México. Sin duda, cada profesor evaluaba a sus estudiantes y comunicaba sus calificaciones pero no se contaba con instrumentos estandarizados de uso generalizado para evaluar el desempeño de grandes poblaciones de estudiantes; mucho menos era pensable utilizar los resultados agregados de las evaluaciones para conocer la situación del sistema educativo nacional o la eficacia de algún programa.

Actualmente existen diversos instrumentos que permiten evaluar cómo nos encontramos a nivel nacional y con respecto a otros países, la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) es una prueba del Sistema Educativo Nacional que se aplica a planteles públicos y privados del País.

La prueba ENLACE se aplica en Educación Media Superior para conocer en qué medida los jóvenes son capaces de poner en práctica, ante situaciones del mundo real, las competencias disciplinares básicas de los campos de

Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas adquiridas a lo largo de la trayectoria escolar. (Información tomada de la página oficial de la SEP).

En el año 2011 la prueba ENLACE fue aplicada a 912,878 alumnos pertenecientes a 12,755 escuelas, la cobertura se incrementó 4.2% en escuelas y 3.2% en alumnos respecto 2010, representando la cifra histórica más alta en los cuatro años de aplicación de ENLACE. (Resultados ENLACE, 2011, p. 20). Los resultados nacionales en el área de matemáticas, en la modalidad bachillerato general en el nivel insuficiente quedo el 35.7%, en nivel elemental 39.7%, en el nivel bueno 16.4 y en el nivel excelente 8.2%. (Información tomada de un archivo en Excel proporcionado en la página oficial de la prueba ENLACE, de las estadísticas de resultados 2011, en la sección resultados nacionales por modalidad.)

Respecto a los resultados en la prueba PISA que es una evaluación que se aplica cada tres años, desde el año 2000 a estudiantes de 15 años de edad y evalúa las áreas de matemáticas y ciencias, aplicada con la finalidad de más que medir conocimientos adquiridos evaluar cómo los aplican en situaciones de la vida real, “en 2009, los jóvenes mexicanos alcanzaron 419 puntos en matemáticas y 416 en ciencias puntajes superiores a los de Brasil, aunque inferiores a los de Chile, en América Latina, y a los de países como Estados Unidos y el promedio de la OCDE” (Resultados de la prueba PISA de la OCDE, 2011, p. 61-62).

### **2.1.2 Concepto de índice de reprobación, deserción y eficiencia terminal, causas que se le atribuyen.**

ANUIES (1986), menciona que el índice de reprobación está definido como un “indicador obtenido a partir de la relación entre el número de alumnos que no han acreditado una materia (AR), que es parte del plan de estudios, y el total de alumnos formalmente inscritos en dicha materia (TA)”.

Menciona la misma ANUIES que es común escuchar que este índice es muy alto en las escuelas, no sólo en el nivel básico sino incluso en el nivel superior, el alto índice de reprobación siempre trae consigo la deserción de los estudiantes, entendiendo este término como “el abandono que hace el alumno de los cursos o carreras a las que se ha inscrito, dejando de asistir a las clases y de cumplir las obligaciones fijadas, lo cual afecta la eficiencia terminal del conjunto. Es un indicador que, tomando en cuenta el total de las deserciones de los alumnos, aprecia el comportamiento del flujo escolar de una generación” (Glosario de la educación superior, ANUIES, 1986).

Continúa la misma asociación en el libro “Retención y deserción en un grupo de instituciones mexicanas de educación superior” haciendo referencia a que “la deserción escolar, al igual que el rezago estudiantil y la eficiencia terminal, es un problema que caracteriza a la mayoría de las instituciones mexicanas de educación superior; más todavía, lejos de ser un problema local, el tema es reconocido mundialmente y su estudio se ha abordado desde diferentes perspectivas y disciplinas” (ANUIES, 2007, p. 19).

En la XXX Conferencia Nacional de Ingeniería llevada a cabo en el 2003 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua se abordó el tema la eficiencia terminal en los programas de ingeniería, el Mtro. Javier Mendoza Rojas, mencionó “que el problema de la eficiencia terminal se manifiesta en menor o mayor medida en todas las disciplinas que se estudian en el país, señaló que a pesar de que es un problema generalizado, hay pocos estudios que aborden este tema; indicando que es un hecho que en el sistema de educación superior, la mitad de los alumnos abandonan la carrera”

ANFEI (2003), en su reporte de “La eficiencia terminal en la educación superior” “definió la eficiencia terminal como la proporción de estudiantes que concluye un programa en determinado momento, frente el total de los que iniciaron un cierto número de años antes. Resaltando que la eficiencia terminal refleja, en

cierta medida, la calidad de un programa educativo y de la institución que lo ofrece”

ANUIES (Ciclo escolar 2008-2009), en todas las carreras está presente el problema de eficiencia terminal, como se puede observar en los datos presentados en los Anuarios Estadísticos por parte de la ANUIES en el ciclo escolar 2008-2009 (que corresponden a los últimos datos presentados en la página oficial de esta Asociación) el total nacional de primer ingreso y reingreso fue de 2, 296, 381 alumnos y egresados en el ciclo 2007-2008 fueron 308, 590, esta información corresponde exclusivamente a la modalidad escolarizada y a la Licenciatura Universitaria y Tecnológica. (Anuarios Estadísticos 2005-2009).

Tinto (1993), Bean (1990) y Cabrera *et al.* (1992) han explorado cómo las instituciones educativas y los estudiantes logran o no acoplarse entre sí. Estos estudios dieron lugar a modelos explicativos que contemplan factores personales del estudiante (el origen socio-económico); el pasado educativo (el promedio de calificación en la escuela preparatoria); factores institucionales (el apoyo económico a estudiantes, la cultura organizacional) y académicos (la exigencia de las materias, las formas de enseñanza).

Como resultado, la deserción parece deberse actualmente a un enjambre de variables, que además interactúan entre sí. La organización universitaria puede crear trabas para el estudiante (Tinto, 1993), el estudiante puede tener características que le dificultan integrarse (Bean, 1990) y el involucramiento que siente el estudiante con la institución puede ser importante (Kuh, 2002). (Vries, León, Romero y Hernández, 2011, p. 33).

También Vries *et a.* (2011), comentan que estudios posteriores han corroborado la influencia de estos factores. Aspectos como la flexibilidad curricular, la organización administrativa, la infraestructura y el ambiente académico y social, parecen influir sobre la permanencia. Así, una atención apropiada al estudiante, que considera aspectos académicos, familiares, sociales

y económicos, resultaría importante para los jóvenes en el momento de decidir sobre su permanencia o abandono.

Continúa Vries explicando que existe entonces una creciente literatura que apunta hacia múltiples factores. La propuesta que surge de la literatura es que la deserción o la permanencia dependen fuertemente de un exitoso acoplamiento entre la institución y el individuo.

### **2.1.3 Impacto del abandono de los estudios en el índice de la eficiencia terminal.**

ANUIES (1986) menciona que es necesario como IES considerar todas las causas que pueden incidir en que un alumno abandone sus estudios, como todas las ya mencionadas, ya que éstas si repercuten en la calidad de los programas educativos que se ofertan incluso en la imagen de la propia institución académica, como parte de las recomendaciones hechas por la ANUIES para verificar la eficiencia terminal que sin duda es, “una dimensión determinante de la calidad educativa, ya que de ella depende el mayor o menor costo del proceso formativo y la disponibilidad de vacantes para que más jóvenes puedan acceder a la educación superior. Se recomienda dar suficiente importancia a la información sobre la reprobación, en general, por carrera y por materia, en cada periodo o ciclo, ya que la investigación y la experiencia han mostrado que la deserción suele ir precedida de dificultades que se van manifestando en forma acumulativa hasta que, después de cierto tiempo, se traducen en abandono de los estudios y en la consiguiente caída de la eficiencia terminal”.

## **2.2 Calidad y productividad**

Dentro del sector industrial, se utilizan diversas metodologías para la resolución de problemas, que permiten seleccionar estrategias para identificar la causa raíz que lo provoca, en esta investigación se identificaron únicamente cinco metodologías

de las utilizadas por diversas empresas con el objeto de mejorar la calidad y productividad.

## **2.2.1 Metodologías relacionadas con calidad y productividad**

### **2.2.1.1 Metodología A3**

Esta metodología parte de *lean manufacturing* traducido al español como manufactura esbelta. En el libro *Lean Management* del autor Lluís Cuatrecasas (2010), se menciona que una característica muy arraigada en el modelo de gestión lean y, en definitiva, en la manera de proceder de Toyota es evitar el manejo de informaciones farragosas y difíciles de asumir; más aún difíciles de utilizar para tomar decisiones.

A su vez, hace referencia que otra característica de este modelo de gestión es, presentar la información de la forma más visual posible, especificando también que el mérito de un buen A3 es que en una sola hoja, debidamente organizada y ordenada, se halla contenida toda la información relativa a un problema o a una iniciativa cualquiera que deben analizarse y para los que hay que proponer acciones o soluciones.

Además, este mismo autor comenta que las etapas propias de la metodología A3 derivan, de las que configuran el ciclo PDCA conocido como ciclo de Deming, PDCA iniciales de las palabras inglesas *Plan, Do, Check, Act*, es decir, Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

El autor John Shook (2008) propone los pasos de la metodología A3 en *Managing to learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead* y especifica para el *A3 Template*, es decir, el reporte A3, los siguientes:

1. *Background* (Fondo). Se establece el contexto empresarial y la importancia de la situación a estudiar.

2. *Current conditions* (Condiciones actuales). Se describe la información actual sobre el problema. Se recomienda mostrar la información de manera visual utilizando tablas, gráficos, dibujos, mapas, etcétera.
3. *Goals/Targets* (Metas/Objetivos). Se identifica el resultado al que se desea llegar.
4. *Analysis* (Análisis). Se analiza la situación y las causas subyacentes que se han creado. Elegir la herramienta más simple de análisis de problemas que muestre claramente la relación causa-efecto.
5. *Proposed Countermeasures* (Contramedidas propuestas). Se proponen algunas medidas correctivas o contramedidas para abordar el problema o para alcanzar las metas.
6. *Plan* (Plan). Se describe un plan de acción con el fin de llegar a las metas propuestas. Se recomienda incorporar un diagrama de Gantt o diagrama similar que muestra las acciones, progreso del proceso, y responsabilidades (quién, qué, cuándo). Puede incluir información específica sobre medios de ejecución.
7. *Followup* (Seguimiento). Se describe una reseña, el aprendizaje adquirido durante el seguimiento y se obtienen las conclusiones. Asegurar el ciclo PDCA. Es importante que se documente y se comparta el aprendizaje.

### **2.2.1.2 Seis Sigma**

Escalante (2008), menciona sobre Seis-Sigma que esta metodología representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación. Como filosofía de trabajo, significa mejoramiento continuo de procesos y productos apoyado en la aplicación de herramientas estadísticas. Como meta, significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos.

A su vez, el autor Socconini (2008) comenta que Seis sigma tiene varias definiciones entre las que se encuentran:

- Métrica que permite medir cualquier proceso y compararlo con cualquier otro.
- Metodología de mejora que sirve para disminuir drásticamente la variación.

Así mismo el autor comenta que el procedimiento para implementar Seis Sigma se basa en utilizar una metodología llamada DMAIC (siglas en inglés de Define, Measure, Analyse, Improve, Control) que consisten en:

1. Definir: Se define el proyecto a realizar.
2. Medir: Se obtienen datos y mediciones.
3. Analizar: Se analizan los datos y se convierten en información.
4. Mejora: Se llevan a cabo acciones para mejorar.
5. Controlar: Se verifica que se sostengan las mejoras.

### **2.2.1.3 Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)**

El autor Socconini (2008) define que el Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) es una herramienta que permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Los pasos que el mismo autor propone para llevar a cabo el AMEF de proceso son:

1. Desarrollar el mapa del proceso.
2. Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el producto, etcétera.
3. Determinar los pasos críticos del proceso.
4. Determinar las fallas potenciales de cada paso, definir los efectos de las fallas y evaluar su nivel de severidad.
5. Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
6. Indicar los controles que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
7. Obtener el número de prioridad para cada falla y tomar decisiones.
8. Empezar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

#### **2.2.1.4 Ocho disciplinas 8D**

El autor Socconini (2008) en su libro Lean Manufacturing paso a paso, comenta que las 8D constituyen una metodología para resolver problemas de una manera sistemática y documentada mediante el registro de acciones tomadas en una serie de 8 pasos que son desarrollados por un equipo multidisciplinario.

El procedimiento para implementar las 8D propuestos por el mismo autor son:

1. Definir el problema.
2. Formar el equipo.
3. Describir el problema.
4. Desarrollar acciones de contención.
5. Definir la causa raíz.
6. Desarrollar acciones correctivas.
7. Desarrollar acciones preventivas.
8. Reconocer el trabajo del equipo.

#### **2.2.1.5 Círculos de Calidad**

El autor Lockyer (1998) en su libro La producción industrial, define los círculos de calidad como: un grupo de empleados que se reúnen voluntariamente a intervalos frecuentes y regulares para analizar los problemas que encuentran en su trabajo, con miras a descubrir soluciones a esos problemas.

Por su parte los autores Gómez, Moliné y Barbany (2005) mencionan que la creación de círculos de calidad tiene un doble propósito:

- Contribuir a la mejora de competitividad y productividad de la organización.
- Involucrar a las personas de los diferentes niveles jerárquicos en la solución de problemas, lo que supone un aumento de su satisfacción personal y un aprovechamiento de su creatividad y talento.

Los autores también comentan que para implantar un círculo de calidad pueden seguirse los siguientes pasos:

1. Identificar el problema.
2. Discutir y diseñar soluciones.
3. Exponer a la gerencia.
4. Ejecutar la propuesta.
5. Evaluar la propuesta ejecutada.

La tabla 2.1 muestra a manera de resumen los pasos de las cinco metodologías implementadas en el sector industrial para mejorar la calidad y productividad, además se indica la relación que cada una tiene con el ciclo de Deming PDCA (Plan, Do, Check, Act).

Tabla 2.1.- Resumen de los pasos de 5 metodologías implementadas en el sector industrial para mejorar la calidad y productividad y su relación con el ciclo PDCA.

| Relación con el ciclo PDCA                | 1                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                                   | 3                                                                                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                                             | 5                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Metodología A3                                                                                                                                                                                                                                    | Seis Sigma                                          | AMEF                                                                                                                                                                                                    | 8 DISCIPLINAS (8D)                                                                                                                                                            | Círculos de Calidad                                                                                                           |
|                                           | P A S O S                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                               |
| P<br>L<br>A<br>N<br>E<br>A<br>R           | (1). Background (Fondo)<br><br>(2). Current conditions (Condiciones actuales)<br><br>(3). Goals/Targets (Metas/Objetivos)<br><br>(4). Analysis (Análisis)<br><br>(5). Proposed Countermeasures (Contramedidas propuestas)<br><br>(6). Plan (Plan) | (1). Definir<br><br><br><br>(2). Medir              | (1). Desarrollar mapa del proceso.<br><br>(2). Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso.<br><br>(3). Determinar los pasos críticos.<br><br>(4). Determinar y definir las fallas potenciales. | (1). Definir el problema.<br><br>(2). Formar el equipo.<br><br>(3). Describir el problema.<br><br>(4). Desarrollar acciones de contención.<br><br>(5). Definir la causa raíz. | (1). Identificación de los problemas.<br><br>(2). Discusión y diseño de las soluciones.<br><br>(3). Exposición a la gerencia. |
| H<br>A<br>C<br>E<br>R                     | (5). Proposed Countermeasures (Contramedidas propuestas)<br><br>(6). Plan (Plan)                                                                                                                                                                  | (2). Medir<br><br>(3). Analizar<br><br>(4). Mejorar | (5). Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.<br><br>(6). Indicar los controles que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.                                         | (6). Desarrollar acciones correctivas.<br><br>(7). Desarrollar acciones preventivas.                                                                                          | (4). Ejecución de la propuesta.                                                                                               |
| V<br>E<br>R<br>I<br>F<br>I<br>C<br>A<br>R | (7). Followup (Seguimiento)                                                                                                                                                                                                                       | (4). Mejorar                                        | (7). Obtener el número de prioridad para cada falla y tomar decisiones.                                                                                                                                 | (6). Desarrollar acciones correctivas.<br><br>(7). Desarrollar acciones preventivas.                                                                                          | (5). Evaluación de la propuesta ejecutada.                                                                                    |
| A<br>C<br>T<br>U<br>A<br>R                | (7). Followup (Seguimiento)                                                                                                                                                                                                                       | (5). Controlar                                      | (8). Empezar acciones preventivas, correctivas o de mejora.                                                                                                                                             | (8). Reconocer el trabajo del equipo.                                                                                                                                         | (5). Evaluación de la propuesta ejecutada.                                                                                    |

Fuente: Elaborada por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

## **2.3 Metodologías aplicadas en la FIN Tecate con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.**

### **2.3.1 Evaluación colegiada del aprendizaje.**

La Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (2010) “6.3 Evaluación colegiada del aprendizaje,” párr. 2-4 menciona: “La UABC en su afán por estimar los conocimientos, habilidades, destrezas y el rendimiento de los alumnos a través de instrumentos validados y estandarizados implementó los exámenes colegiados con el propósito de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Encontrando con deficiencias de metodología de enseñanza y en su momento subsanarlas a través de discusiones en talleres o cursos organizados para tal efecto. Un examen colegiado propicia el establecimiento de estándares mínimos de calidad en el aprendizaje y de alguna manera puede reorientar la actividad de los profesores hacia las competencias de aprendizaje, resolución de problemas, desarrollo de habilidades del pensamiento, de cálculo y de comprensión de conceptos. El saber cuándo usar un concepto o procedimiento, cuándo hay que hacerlo y por qué. Además puede ser un instrumento para responsabilizar al estudiante de su propio aprendizaje ya que el proceso de implementación del examen exige que el contenido a evaluar sea socializado, punto que si bien se hace, no tiene el énfasis suficiente”.

### **2.3.2 Implementación de la Metodología 8 Disciplinas en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate.**

Montiel (2008) comenta que para alcanzar el compromiso de toda Institución que es el de mantenerse en la mejora continua, implementó la Metodología 8 Disciplinas en la Facultad de Ingeniería y Negocios en los años 2006-2007, aunque es una herramienta aplicada al sector industrial se adecuó al sector

educativo con la finalidad de disminuir el alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Diferencial y fortalecer el Programa Educativo de Ingeniería Industrial acreditado por CACEI en el 2005. En el 2008 y 2009 se continuaron implementando acciones correctivas arrojando en el 2010 un índice de aprobación del 65% en periodo ordinario. Es importante mencionar que estos cambios dieron la pauta para diseñar cursos, desarrollar material interactivo e incorporarnos a Exámenes Colegiados y Departamentales aplicados por la UABC, todo esto con el fin de lograr una mejora continua y alcanzar el objetivo por el que nació este proyecto: Disminuir el índice de reprobación en la materia de Cálculo Diferencial.

### **2.3.3. Implementación de Círculos de Calidad en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate.**

Solaiza (2010) propuso una metodología que consistió en una planeación didáctica basada en Círculos de Calidad para la impartición de la materia de Cálculo Diferencial en la Facultad de Ingeniería y Negocios de la Universidad Autónoma de Baja California, se buscó involucrar a los alumnos en el trabajo colaborativo a través de la implementación de círculos de calidad , las actividades se diseñaron para resolverse en talleres utilizando técnicas de enseñanza de las matemáticas y tecnologías de información, un integrante de cada equipo desempeñó el rol de líder del grupo, al finalizar cada taller los líderes se reunían con el docente que era el encargado de monitorear el trabajo para exponerle mediante una lluvia de ideas los problemas presentados y posibles soluciones, eligiendo las mejores opciones poniéndolas en práctica antes de la aplicación de los exámenes para que los alumnos tuvieran la oportunidad de prepararse y obtener un mejor aprovechamiento.

## **2.4 Aplicación de la Metodología A3 en el sector industrial y médico.**

La información sobre aplicaciones prácticas es escasa sobre todo en el sector educativo, sin embargo, la metodología A3 es aplicada en el área industrial y médico.

Los autores Jiménez, Muñoz y Torrubiano (s.f.) explican en el artículo Metodología LEAN (sexta parte), cómo lograron la implantación del Kanban en Fundación Hospital Calahorra siguiendo la metodología A3, con esto se lograron las reducciones en el stock de los subalmacenes departamentales de hasta un 36 por cien y en el almacén general del 32,34 por cien, además de mejoras en otros indicadores como roturas de stock y porcentaje de errores en inventario.

A su vez, los autores González, Torrubiano y Muñoz (s.f.) en el artículo cómo mejorar la gestión de los recursos y de los equipos aplicando la filosofía Lean explican el proyecto de mejora del servicio de laboratorios clínicos utilizando la metodología A3.

Algunos de los resultados obtenidos fueron:

- Eliminación de mudas producidas por tiempos, transportes, movimientos, procesos e inventarios intermedios.
- Definición y estandarización de puestos de trabajo
- Reducción del Lead Time del proceso
- Mejora de la productividad
- Flexibilidad en el proceso

## 2.5 Resumen

Es importante contar con un fundamento bibliográfico que permita orientar a la solución de un problema determinado, hablando del sector industrial, existen diversas metodologías enfocadas a resolver problemas de calidad y de productividad, algunas manejan desde una serie de pasos breves hasta un extenso procedimiento, se investigaron algunas de las más comunes y utilizadas en este sector industrial con la finalidad de identificar cuál podría ser la más adaptable para lograr identificar la raíz del problema, considerando que al adaptar alguna de las metodologías descritas podría contribuir a elevar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral.

Después de un estudio minucioso de las metodologías: A3, Seis Sigma, Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), Ocho Disciplinas, Círculos de Calidad y la relación de cada una con el ciclo PDCA, se identificó y seleccionó la Metodología A3, como la más idónea a implementar en la materia de cálculo integral, debido principalmente a que, define un plan, es visual, conciso y fácilmente adaptable para buscar soluciones que impacten en forma positiva en la solución de un problema determinado.

Además de tener las siguientes ventajas respecto a las otras metodologías analizadas en esta investigación:

1. Es adaptable para la solución de problemas en cualquier entorno.
2. Es una herramienta para hacer mejoras y resolver problemas.
3. Sigue una secuencia natural y lógica.
4. El enlace entre los pasos es claro y fácil de entender.
5. El Reporte A3 puede ser adaptado según las necesidades del estudio. El autor decide qué enfatizar en función de la situación específica y el contexto a estudiar.

6. Esta metodología obliga a las personas a observar la realidad, los hechos actuales, proponer contramedidas de trabajo diseñadas para lograr el objetivo establecido.
7. El A3 es una representación visual del pensamiento enfocado a resolver problemas.
8. Permite el entendimiento entre los involucrados.
9. Se focaliza en el proceso y en los resultados.
10. Pretende la brevedad, la síntesis y la visualización.
11. Permite y alienta el aprendizaje a través del método científico.

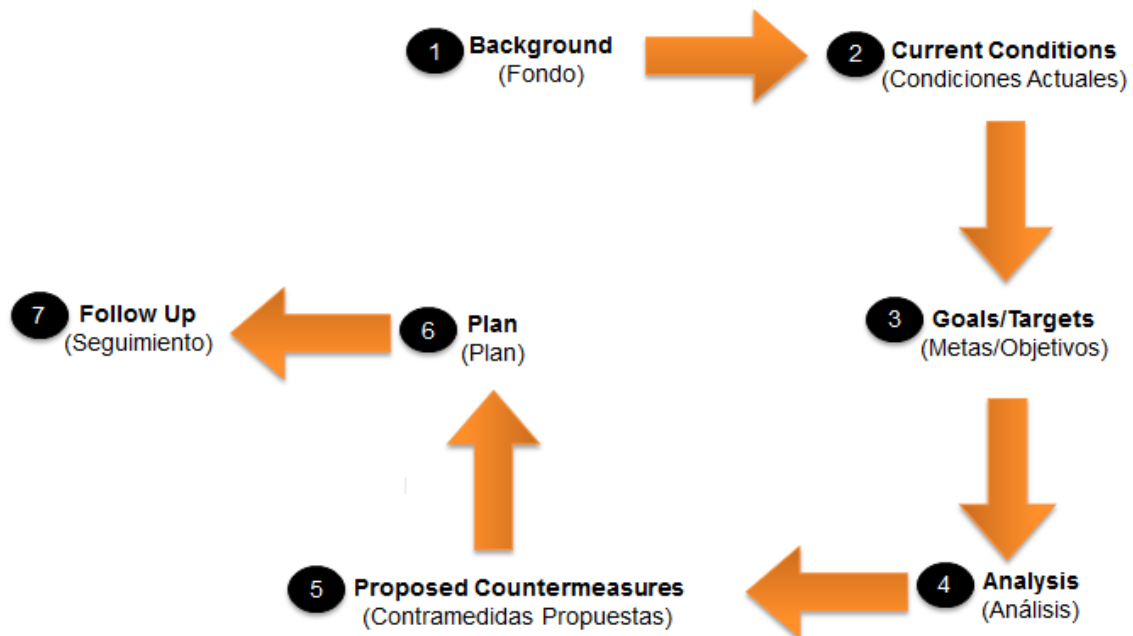
Por último, se utilizaron como referencia las metodologías que ya han sido aplicadas en la FIN Tecate tales como: Metodología 8D y Círculos de Calidad con la finalidad de dar solución a la problemática encontrada así como a la comprobación de la hipótesis presentada.

## Capítulo 3. Metodología

### 3.1 Introducción

Este capítulo describe los pasos que se siguieron en la implementación de la metodología A3 (Ver figura 3.1), que después de realizar una investigación acerca de las existentes a nivel ingeniería industrial se identificó como la más idónea y fácilmente adaptable a la resolución del problema planteado, generando la ruta crítica y sometiendo a comprobación la hipótesis con el objeto de ofrecer posibles soluciones que orienten a elevar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral impartida en el segundo semestre del TCCI FIN Tecate.

La figura 3.1 muestra la relación de los 7 pasos incluidos en la metodología A3.



**Figura 3.1.-** Pasos de la Metodología A3, adaptados en forma de diagrama por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para esta investigación con base a los propuestos por John Shook en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).

A continuación se agrega la tabla 3.1 que describe de forma general las acciones implementadas y adaptadas a los siete pasos contenidos en la metodología A3.

**Tabla 3.1.-** Descripción de las acciones a seguir para la implementación de la Metodología A3.

| <b>MODELO DE INVESTIGACIÓN</b>                                                                                                               |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>METODOLOGÍA A3 APLICADA Y ADAPTADA A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA:<br/>“ELEVAR EL ÍNDICE DE APROBACIÓN DE LA MATERIA DE CÁLCULO INTEGRAL”</b> |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Elaboró: Claudia Lizeth Márquez Martínez                                                                                                     |                                                            | Fecha: Abril 2013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Pasos</b>                                                                                                                                 | <b>Nombre</b>                                              | <b>Acciones a implementar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>1-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Background (Fondo)</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia de la investigación, en dónde repercute el problema, por qué es importante analizarlo y buscar soluciones.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>2-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Current conditions (Condiciones actuales)</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de las condiciones actuales.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>3-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Goals/Targets (Metas/Objetivos)</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las metas y objetivos</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>4-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Analysis (Análisis)</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estadísticos del comportamiento del índice de reprobación de la materia de Cálculo Integral de los periodos 2009-1 al 2011-1.</li> <li>Elaborar diagrama de Ishikawa mostrando las posibles causas que propician el problema.</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| <b>5-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Proposed Countermeasures (Contramedidas propuestas)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una investigación mixta (cuantitativa y cualitativa) experimental y etnográfica (grupo de control y experimental).</li> <li>Elaborar e implementar los instrumentos (observación, nota de campo y cuestionario).</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| <b>6-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Plan</b>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Representar en una gráfica de Gantt la implementación de las contramedidas propuestas durante el periodo de febrero a abril del 2013.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>7-A3</b>                                                                                                                                  | <b>Followup (Seguimiento)</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretar de forma cuantitativa y cualitativa los resultados.</li> <li>Implementar en el grupo experimental el material didáctico de la Unidad III. Técnicas de Integración de la materia cálculo integral diseñado por la autora I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.</li> <li>Contrastar los resultados obtenidos en la posprueba por el grupo control y el experimental.</li> </ul> |

Fuente: Adaptada y elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para esta investigación con base a los pasos propuestos por John Shook y David Verble en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).

A su vez, el reporte A3 que es un instrumento de la metodología del mismo nombre se utilizó con el fin de explicar de forma clara y resumida el contexto del problema planteado en esta investigación, el diseño del reporte se adaptó al estilo y énfasis sugerido y de acuerdo al tipo de trabajo que se realizó y a las necesidades requeridas.

El autor John Shook (2008) indica las siguientes características que deben incluirse en el reporte A3.

1. *Title-Name* (Titulo o nombre del problema)
2. *Owner/Date*(Propietario/fecha)
3. *Background* (Fondo)
4. *Current conditions* (Condiciones actuales)
5. *Goals/Targets* (Metas/Objetivos)
6. *Analysis* (Análisis)
7. *Proposed Countermeasures* (Contramedidas propuestas)
8. *Plan* (Plan)
9. *Followup* (Seguimiento)

Con base a estas características se elaboró el modelo de investigación que muestra la tabla 3.1 y el reporte A3 de la figura 3.2.

En el ANEXO 1 se encuentra el reporte A3 con la información recopilada de la aplicación de los diferentes instrumentos, propiciando un análisis e interpretación de los hallazgos encontrados de una forma clara, sencilla y precisa.

| The A3 Report<br>(Reporte A3) |                                                                                                                                         |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | <div>THEME: (TEMA)</div> <div>           To (a): _____<br/>           By (por): _____<br/>           Date (fecha): _____         </div> |
| 1                             | <div>Background:<br/>(Fondo)</div> <div>5</div> <div>Proposed Countermeasures:<br/>(Contramedidas Propuestas)</div>                     |
| 2                             | <div>Current Condition:<br/>(Condiciones Actuales)</div> <div>6</div> <div>Plan:<br/>(Plan)</div>                                       |
| 3                             | <div>Goals/Targets:<br/>(Metas/Objetivos)</div> <div>7</div> <div>Follow Up:<br/>(Seguimiento)</div>                                    |
| 4                             | <div>Analysis:<br/>(Análisis)</div>                                                                                                     |

**Figura 3.2.-** Reporte A3 utilizado para esta investigación. Fuente: Adaptada y elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez con base a los pasos propuestos por John Shook y David Verble en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).

## 3.2 Desarrollo e implementación de la Metodología A3, adaptación de los 7 pasos.

### 1. Background (Fondo) (Paso 1-A3)

En el paso 1-A3 Background (Fondo) se consideró como propósito general elevar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral en la FIN Tecate, fundamentado en un análisis inicial de tipo estadístico y de acuerdo a los resultados obtenidos en un periodo que abarco 3 años, entre febrero de 2009 a febrero de 2011, en los cuales se observa que 102 de 207 estudiantes no aprobaron, lo que representa el 49% de reprobación en la materia de cálculo integral, situación considerada como un área de oportunidad y motivó al

planteamiento del problema y sus probables causas y consecuencias, generando una hipótesis con el objeto de proporcionar posibles soluciones.

En la tabla 3.2 se muestra el análisis estadístico del periodo 2009 al 2011 de los alumnos que cursaron y no aprobaron la materia de cálculo integral.

**Tabla 3.2.-** Alumnos que cursaron y no aprobaron la materia de cálculo integral en periodo ordinario.

| Periodo | Cantidad de alumnos por grupo | Cantidad de alumnos reprobados por grupo |
|---------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 2009-1  | 40                            | 25                                       |
| 2009-2  | 30                            | 27                                       |
| 2010-1  | 13                            | 5                                        |
| 2010-1  | 24                            | 11                                       |
| 2010-2  | 40                            | 13                                       |
| 2011-1  | 20                            | 8                                        |
| 2011-1  | 40                            | 13                                       |
|         | <b>207</b>                    | <b>102</b>                               |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez, con base a los datos proporcionados por la FIN Tecate.

## 2. Current conditions (Condiciones actuales) (Paso 2-A3)

### Características de la unidad objeto de estudio

Esta investigación se llevó a cabo a nivel universitario específicamente en la FIN Tecate perteneciente a la UABC con dirección en Calzada Universidad No.1 Fraccionamiento San Fernando. Tecate, Baja California.

### Población estudiantil

Actualmente la Facultad cuenta con 725 estudiantes y una planta de 78 docentes, el área escolar está provista de cinco edificios adecuados para el proceso enseñanza aprendizaje.

### **Descripción de la muestra**

Durante el semestre 2013-1 se contó con 3 grupos que cursaron en el segundo semestre la materia de cálculo integral con un total de 73 alumnos tanto del turno matutino como vespertino, de donde se determinó la muestra de 24 estudiantes que representó el 32.87% de la población total posible a ser seleccionada.

Esta muestra fue determinada dadas las condiciones de este estudio y a la oferta existente de la asignatura en el periodo de febrero a mayo de 2013.

Cabe aclarar que se decidió seleccionar al azar 12 alumnos para el grupo de control y grupo experimental con la intención de lograr la equivalencia inicial necesaria al momento de iniciarse el experimento. Respecto a esto, los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2010) mencionan que la equivalencia inicial no se refiere a equivalencia entre individuos, sino a la equivalencia entre grupos, es decir, equiparables en cuanto a número de estudiantes, conocimientos previos, interés por los contenidos, misma proporción de estudiantes de ambos sexos, nivel de aprovechamiento similar y disciplina.

Con esto se buscó que los conocimientos previos, interés por los contenidos y demás variables fuera el mismo en los grupos de contraste.

### **3. Goals/Targets (Metas / Objetivos) (Paso 3-A3)**

Al utilizar la metodología A3 se pretende lograr a largo plazo:

- Elevar en un 30% el índice de aprobación de la materia de cálculo integral.
- Diseñar e implementar los instrumentos necesarios que permitan la recolección de datos dirigidos a la posible solución del problema planteado.
- Apoyar en el seguimiento de otras investigaciones con fines similares y servir de base para la implementación en otras asignaturas que también presentan alto índice de reprobación.

#### **4. Analysis (Analizar) (Paso 4-A3)**

Analizando la situación que se ha creado entre la brecha actual y el alto índice de reprobación así como el resultado deseado de elevar el indicador de aprobación, se observan las siguientes probables causas del problema:

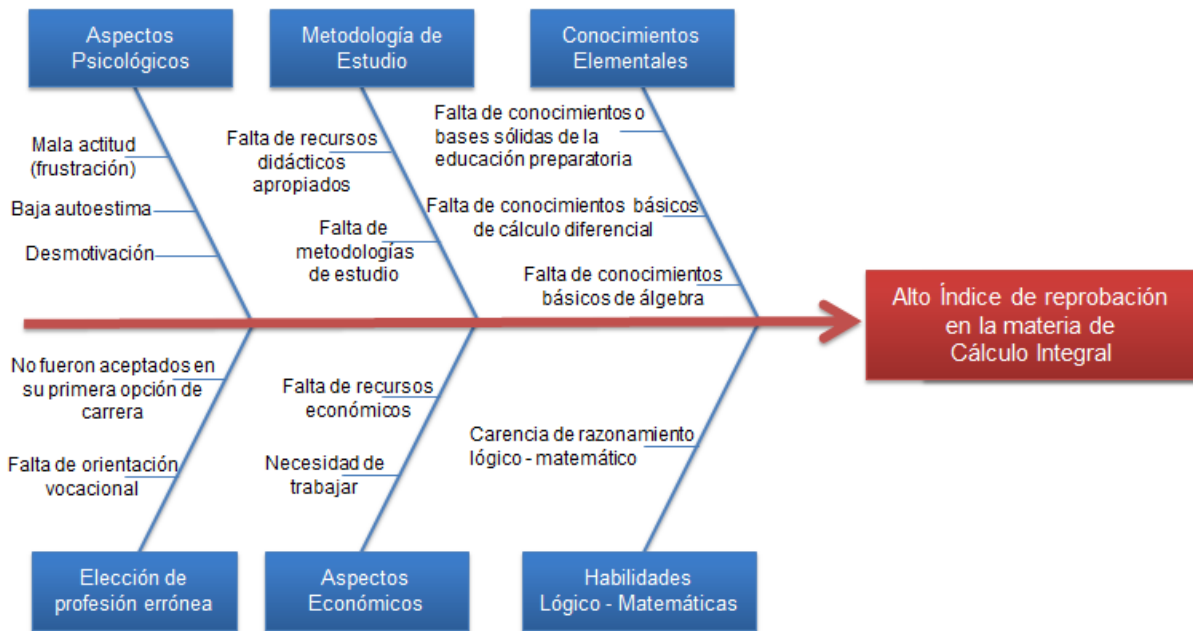
1. Falta de conocimientos o bases sólidas de la educación preparatoria.
2. Falta de conocimientos básicos de cálculo diferencial y álgebra.
3. Carencia de razonamiento lógico matemático.
4. Aspectos económicos.
5. Carencia de metodologías de estudio.
6. Falta de recursos didácticos apropiados.
7. Frustración (mala actitud).
8. Baja autoestima, desmotivación escolar.
9. Elección de profesión errónea.

Lo anterior trae como consecuencias:

1. Alto índice de reprobación (Objeto de estudio de esta investigación)
2. Deserción estudiantil.
3. Bajo nivel de aprovechamiento.

La figura 3.3 diagrama de Ishikawa, muestra de forma visual las posibles causas en relación con la consecuencia alto índice de reprobación.

### Diagrama de Ishikawa



**Figura 3.3.-** Análisis de las causas y consecuencias del alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral. Fuente: Adaptada y elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para esta investigación de acuerdo a Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto), considerando sólo la consecuencia del alto índice de reprobación que es el objeto de estudio de esta investigación.

Con base al diagrama de Ishikawa se generó una hipótesis alternativa, que el autor Zapata (2005) las define como hipótesis que podemos presentar con el objeto de abarcar todas las posibilidades de causas que inciden sobre el proceso que se estudia en este caso el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral.

Hipótesis Alternativa:

$H_a$ : En algunos estudiantes de la FIN Tecate, la falta de conocimientos matemáticos elementales, la falta de motivación para aprender y no contar con metodologías de estudio adecuadas provoca altos índices de reprobación en la materia de cálculo integral.

## 5. Proposed Countermeasures (Contramedidas propuestas) (Paso 5-A3)

Las contramedidas implementadas con la finalidad de dar solución al problema en esta investigación son las siguientes:

- **Contramedida propuesta 1.-** Se realizó una investigación de tipo mixta que consistió en una combinación de metodologías de cuantitativo a cualitativo mediante un estudio experimental a una muestra de 24 estudiantes de una población de 73 de acuerdo a lo mencionado en las condiciones actuales (Paso 2-A3). En la tabla 3.3 se explica la simbología de los diseños experimentales que se utilizó.

**Tabla 3.3.-** Simbología de los diseños experimentales.

| Símbolo | Significado                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E       | Asignación por la técnica de emparejamiento. Cuando aparece quiere decir que los sujetos han sido asignados a un grupo por esta técnica (proviene del inglés, matching).                                                                                           |
| G       | Grupo de sujetos (G1, grupo 1; G2, grupo 2).                                                                                                                                                                                                                       |
| X       | Tratamiento, estímulo o condición experimental (presencia de algún nivel o modalidad de la variable independiente).                                                                                                                                                |
| 0       | Una medición de los sujetos de un grupo (prueba, cuestionario, observación). Si aparece antes del estímulo o tratamiento, se trata de una preprueba (previa al tratamiento). Si aparece después del estímulo se trata de una posprueba (posterior al tratamiento). |
| —       | Ausencia de estímulo (nivel “cero” en la variable independiente). Indica que se trata de un grupo de control o testigo.                                                                                                                                            |

Fuente: Elaborada por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez, con base a la simbología propuesta por los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2010).

La figura 3.4 muestra de manera gráfica el experimento que se llevó a cabo en esta tesis, la secuencia horizontal indica tiempos distintos (de izquierda a derecha) y cuando en dos grupos aparecen dos símbolos alineados verticalmente, indica que tuvieron lugar en el mismo momento del experimento.

| <b><math>EG_1</math></b><br><b>Primero, se asignaron a los</b><br><b>participantes por la técnica</b><br><b>de emparejamiento</b> | <b>0</b><br><b>Segundo, se aplicó</b><br><b>una medición</b><br><b>previa</b> | <b>X</b><br><b>Tercero, se</b><br><b>administró el</b><br><b>estimulo o</b><br><b>tratamiento</b> | <b>0</b><br><b>Cuarto, se aplicó</b><br><b>una medición</b><br><b>posterior</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b><math>EG_1</math> (Grupo 122)</b>                                                                                              |                                                                               | <b>X</b>                                                                                          | <b>0</b>                                                                        |
| <b><math>EG_2</math> (Grupo 125)</b>                                                                                              |                                                                               | —                                                                                                 | <b>0</b>                                                                        |

**Figura 3.4.-** Simbología que se utilizó para el diseño de experimentos, con posprueba únicamente y grupo control. Fuente: Elaborada por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez, con base a la simbología propuesta por los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2010).

En esta investigación la variable dependiente fue el índice de reprobación ( $Y$ ) ya que tiene influencia de diversas causas como las mencionadas en el paso 4-A3, que pueden ser: falta de conocimientos matemáticos o bases sólidas de la educación preparatoria ( $X_A$ ), falta de conocimientos básicos de cálculo diferencial y álgebra ( $X_B$ ), carencia de razonamiento lógico matemático ( $X_C$ ), aspectos económicos ( $X_D$ ), carencia de metodologías de estudio ( $X_E$ ), mala actitud (frustración), baja autoestima, desmotivación ( $X_F$ ) y elección de profesión errónea ( $X_G$ ).

La variable dependiente no se manipuló, sólo se midió para ver el efecto que la manipulación de las variables independientes tuvo en ella. La letra “X” se utilizó para simbolizar una variable independiente o tratamiento experimental, las letras o subíndices “ $A, B, \dots$ ” indican distintos niveles de variación y la letra “Y” se utilizó para representar la variable dependiente.

Se hizo uso de esta simbología con el fin de representar claramente la variable dependiente “Y” (alto índice de reprobación) e independiente “X” (posibles causas) y observar sus efectos al manipular en este caso una causa o consecuencia mencionadas en el paso 1 y 4-A3.

- **Contramedida propuesta 2.** - Se consideraron dos grupos uno de control y otro experimental logrando la equivalencia haciendo uso de la técnica emparejamiento, que consistió en igualar ambos grupos en relación con algunas variables específicas siendo éstas, los conocimientos previos y el aprovechamiento anterior en una asignatura relacionada con los contenidos a enseñar, como lo fue cálculo diferencial.

Considerando que el grupo control que también se le conoce como grupo testigo, no recibió el tratamiento o estímulo experimental, por su parte el grupo experimental fue el que sí recibió el tratamiento (implementación de la Metodología A3). Cabe mencionar que aunque uno de los grupos no se sometió al tratamiento, no significa que su participación en el experimento fue pasiva, implica que realizó las mismas actividades que el grupo experimental, excepto someterse al estímulo o tratamiento.

- **Contramedida propuesta 3.-** Mediante observación directa y participante se detectaron aspectos de relevancia con la finalidad de dar una posible solución al problema planteado.

La observación fue directa, debido a que el profesor de la asignatura de cálculo integral fue quien realizó la observación y a su vez impartió la clase, definidos por el autor Rodríguez (2005) de la siguiente manera, la observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. La observación participante es aquella en la que el investigador juega un papel determinado dentro de la comunidad en la cual se realiza la investigación.

- **Contramedida propuesta 4.-** Registro de observaciones directas en notas de campo y ordenadas de manera cronológica que permitió contar con una narración de los hechos ocurridos durante el transcurso de las clases, la finalidad de la nota de campo fue plasmar lo observado por el profesor de la

asignatura e identificar mediante este instrumento algunos de los siguientes aspectos, que están en relación con la problemática descrita en el paso 1-A3 Background (Fondo):

- Identificar las preguntas frecuentes por los estudiantes.
- Identificar si el carecer de conocimientos básicos de cálculo diferencial y álgebra interviene en el aprendizaje de cálculo integral.
- Analizar si el carecer de un razonamiento lógico matemático influye para que los alumnos puedan aprobar con éxito la materia de cálculo integral.
- Identificar si el hecho de no contar con técnicas de estudio y un material didáctico tiene repercusión en el aprendizaje de la materia de cálculo integral.
- Describir la actitud de los alumnos al momento de resolver los ejercicios (disposición, autoestima, desmotivación).
- Identificar qué tema de la Unidad III Técnicas de Integración es el de mayor complejidad para los estudiantes.

Todas las observaciones en relación con los puntos mencionados se registraron para realizar un análisis posterior de los hallazgos encontrados. El formato diseñado como nota de campo para esta investigación contiene los elementos mostrados en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4.-** Elementos de la Nota de Campo.

|                         |                         |                  |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Fecha:                  | Lugar:                  | Grupo Observado: |
| Tema a impartir:        | Hora de la observación: | Semestre:        |
| Nota de Observación:    |                         |                  |
| Nota de interpretación: |                         |                  |

Fuente: Elaborada por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

- **Contramedida propuesta 5.-** Se aplicó un cuestionario que según Bernal C. (2010) es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación. Se trata de un plan formal para recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación.

Incluyó diez preguntas cerradas categorizadas de acuerdo a las posibles causas y consecuencias (Ver figura. 3.3) determinadas en el paso 4-A3. Estas preguntas son congruentes a la investigación e hipótesis derivadas del planteamiento del problema información que se encuentra en el paso 1 y 4-A3.

El cuestionario mostraba opciones de respuesta previamente delimitadas de acuerdo a la escala Likert tales como: a) Totalmente de acuerdo, b) De acuerdo, c) En desacuerdo, d) Totalmente en desacuerdo y quedó conformado como se muestra en el ANEXO 2 dividiendo las posibles causas y consecuencias que impactan en el índice de reprobación de la materia de cálculo integral.

El cuestionario fue aplicado a 82 estudiantes de 101 que fueron seleccionados, la muestra quedó distribuida como se indica en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5.-** Distribución de la muestra seleccionada para la aplicación del cuestionario.

| Grupo | Asignatura            | Total de alumnos Inscritos | Porcentaje  |
|-------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| 121   | Cálculo Integral      | 42                         | 41.58%      |
| 122   | Cálculo Integral      | 17                         | 16.83%      |
| 125   | Cálculo Integral      | 13                         | 12.87%      |
| 131   | Matemáticas III       | 13                         | 12.87%      |
| 132   | Cálculo Multivariable | 16                         | 15.84%      |
|       | <b>Totales</b>        | <b>101</b>                 | <b>100%</b> |

Fuente: Elaborada por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

La muestra quedó conformada tanto por alumnos que cursaban la materia de cálculo integral, así como por estudiantes de tercer semestre que habían cursado y aprobado la asignatura en un periodo no mayor a un año.

La aplicación del cuestionario fue de forma electrónica para mayor facilidad en el procesamiento de la información.

### **Confiabilidad, validez, objetividad y factibilidad del cuestionario**

#### **Confiabilidad**

El cuestionario utilizado como contramedida propuesta reunió las características de confiabilidad, validez, objetividad y factibilidad, buscando ser correcto respecto a lo que se deseó medir de tal manera que fuera fácil y eficiente de acuerdo a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por las mismas personas cuando se les examina en distintas ocasiones con los mismos cuestionarios arrojando medidas congruentes.

#### **Validez**

Los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2010), mencionan que la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

De acuerdo con los mismos autores existe la validez de constructo que debe explicar el modelo teórico empírico que subyace a la variable de interés.

Entendiendo por constructo a la variable medida que tiene lugar dentro de una hipótesis, teoría o esquema teórico.

En este caso la validez del cuestionario deriva de la relación de constructo mostrado en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6.-** Relación de validez de constructo para el cuestionario.

| INDICE DE REPROBACIÓN Variable dependiente: Y |                                                                      | RELACIÓN CON LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $X_A$                                         | Falta de conocimientos o bases sólidas en la educación preparatoria. | $P_1 P_9$                                 |
| $X_B$                                         | Falta de conocimientos básicos de cálculo diferencial y álgebra.     | $P_2 P_9$                                 |
| $X_C$                                         | Carencia de razonamiento lógico.                                     | $P_3 P_9$                                 |
| $X_D$                                         | Aspectos económicos.                                                 | $P_4 P_9$                                 |
| $X_E$                                         | Carencia de metodologías de estudio.                                 | $P_5 P_8 P_9$                             |
| $X_F$                                         | Mala actitud (frustración), baja autoestima, desmotivación escolar.  | $P_6 P_{10} P_9$                          |
| $X_G$                                         | Elección de profesión errónea.                                       | $P_7 P_9$                                 |

Fuente: Elaborado por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Asimismo, en la tabla 3.6 se muestra la manera en que se relacionan las preguntas del cuestionario con cada una de las variables independientes, es decir, se puede notar que la variable independiente  $X_A$  tiene estricta relación con las preguntas 1 y 9 ( $P_3 P_9$ ) del cuestionario, y así sucesivamente.

A su vez, se determinó la validez del cuestionario aplicándolo como corrida piloto a un grupo de cuatro personas que están en estrecha relación con la situación estudiada. Se analizaron los resultados y al no haber ningún cambio que hacerse se procedió a la recolección de datos.

## Objetividad

Para lograr la objetividad en la aplicación del cuestionario a todos los participantes se les explicó las instrucciones antes del llenado del mismo, se proporcionó el tiempo necesario para leer las preguntas y seleccionar la respuesta que

considerarán conveniente, sin la intervención del investigador, con la finalidad de que el encuestado no sintiera influencia en la selección de su respuesta. A su vez, a todos los participantes se les aplicó el cuestionario bajo las mismas circunstancias, es decir, de forma electrónica utilizando un sistema computacional para su llenado.

## **Factibilidad**

El cuestionario se elaboró con las características que hicieron posible ser realizado, medible e interpretable.

### **6. Plan (Paso 6-A3)**

#### **Ruta critica**

Con el fin de cumplir las contramedidas propuestas en el paso 5-A3, se realizó una ruta crítica con el objeto de llevar a cabo la implementación de cada una de ellas, así como una adecuada revisión de los indicadores de rendimiento o progreso.

Se representó en una gráfica de Gantt marcando el inicio de las contramedidas durante el periodo de febrero a abril de 2013 abarcando 2 meses, ver figura 3.5.

Iniciando con la observación y registro en la nota de campo del 5 de febrero al 15 de marzo de 2013, abarcando la aplicación y recopilación de datos, el análisis de resultados se efectuó del 16 al 30 de marzo de 2013, continuando con el cuestionario aplicado del 1 al 11 de abril de 2013 a cuatro grupos de acuerdo a lo descrito en la tabla 3.5, el análisis del mismo se realizó del 13 al 19 de abril de 2013.

| RUTA CRÍTICA                                             |               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|----------------------------------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| IMPLEMENTACIÓN DE LAS CONTRAMEDIDAS PROPUESTAS PASO 5-A3 |               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| Febrero                                                  |               | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  |    |    |    |  |  |
|                                                          |               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |    |    |    |  |  |
|                                                          | Observación   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Nota de Campo |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Cuestionario  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| MARZO                                                    |               | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  |  |  |
|                                                          |               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |  |  |
|                                                          | Observación   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Nota de Campo |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Cuestionario  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| ABRIL                                                    |               | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J  | V  | S  | D  | L  | M  |    |  |  |
|                                                          |               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |    |  |  |
|                                                          | Observación   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Nota de Campo |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                                                          | Cuestionario  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

**Figura 3.5.-** Ruta crítica de las contramedidas propuestas en el paso 5-A3. Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Interpretación de los colores utilizados:

|  |                        |
|--|------------------------|
|  | Aplicación             |
|  | Recopilación de Datos  |
|  | Análisis de Resultados |

Con la aplicación de los instrumentos se pretendió recopilar información con el propósito de dar una posible solución a la problemática encontrada del alto índice de reprobación (paso 1-A3), así como analizar si las causas y consecuencias determinadas tienen realmente repercusión en el problema (paso 4-A3 y figura 3.3), esto mediante un estudio desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa y siguiendo el rigor metodológico de un estudio experimental (paso 5-A3).

## **7. Seguimiento (Paso 7-A3)**

El seguimiento se considera la fase de mayor relevancia debido a que incluye los 6 pasos descritos en la metodología A3, dando congruencia a la interrelación entre ellos: fondo (paso1-A3), condiciones actuales (paso 2-A3), metas y objetivos (paso 3-A3), análisis (paso 4-A3), contramedidas propuestas (paso 5-A3) y plan (paso 6-A3).

El seguimiento se llevó a cabo de acuerdo a las contramedidas propuestas una vez aplicados los instrumentos como la observación, nota de campo y cuestionario, los cuales fueron de utilidad en la posible solución del problema ya que los resultados obtenidos orientaron a generar una didáctica adecuada a las variables resultantes por la muestra de 82 estudiantes que participaron en el llenado del cuestionario, mismo que fue categorizado en nueve causas y tres consecuencias (Ver paso 4-A3) generando indicadores que reflejaron un promedio del 71.5% en el sentido de que si estaban de acuerdo en lo planteado en las categorías, resaltando en forma importante que los estudiantes consideran que la falta de: una metodología de estudios adecuada, una didáctica apropiada, conocimientos de cálculo diferencial, bases sólidas de la educación preparatoria y carencia de razonamiento lógico matemático sí inciden en el incremento del índice de reprobación. En la figura 3.6 se muestra el modelo que se siguió para la generación del material didáctico utilizado en el grupo experimental.



**Figura 3.6.-** Generación de modelo que orientó a la didáctica aplicada en el grupo experimental.  
Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Márquez Martínez para esta investigación.

A continuación se muestra la ruta crítica que se siguió en la implementación y adaptación de la metodología A3.

**Tabla 3.7.-** Ruta crítica. Implementación y adaptación de la Metodología A3.

| RUTA CRÍTICA<br>IMPLEMENTACIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA<br>METODOLOGÍA A3 |              |          |          |          |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|----------|
| MES                                                                 | Semana 1     | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| Noviembre                                                           | PASO 1 -4-A3 |          |          |          |
| Febrero                                                             | PASO 5-6-A3  |          |          |          |
| Abril                                                               | PASO 7-A3    |          |          |          |
| Mayo                                                                |              |          |          |          |
| Junio                                                               |              |          |          |          |
| Julio                                                               |              |          |          |          |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Los pasos del 1-4-A3 fueron implementados en noviembre de 2012, del 5 de febrero al 12 de abril de 2013 se continuó con la adaptación de los pasos 5-6-A3 y a partir del 12 de abril a julio de 2013 se integró la información del paso 7-A3.

En el capítulo IV se presenta y explica el análisis de los resultados obtenidos de las contramedidas propuestas.

### 3.3 Resumen

En este capítulo se describió la aplicación de la metodología A3, que dio la pauta para realizar una investigación con enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, siguiendo el rigor metodológico de un estudio experimental que ayudó a comprobar lo planteado en las hipótesis con el objeto de dar solución al problema del alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral impartida en el segundo semestre del TCCI de la FIN Tecate.

Asimismo, como una contramedida propuesta se decidió tener dos grupos de un total de 24 alumnos para la realización del experimento, 12 pertenecientes al grupo de control y 12 al grupo experimental.

Como tratamiento se implementó en el grupo experimental la metodología A3 utilizada con éxito en la industria y que sirvió de base para la elaboración del material didáctico aplicado en la Unidad III Técnicas de Integración, posteriormente se aplicó una posprueba a ambos grupos y se contrastaron los resultados, esto con la finalidad de verificar la pertinencia de la metodología, recordando que el grupo de control no recibió ningún tratamiento. A su vez, se incluyeron y describieron varios instrumentos los cuales se determinó que fueron confiables, válidos, objetivos y factibles para su aplicación, entre estos se encuentran la observación, nota de campo, cuestionario y posprueba.

Por último, es importante mencionar que los instrumentos estuvieron diseñados en estrecha relación con las variables independientes del análisis realizado en el paso 4-A3.

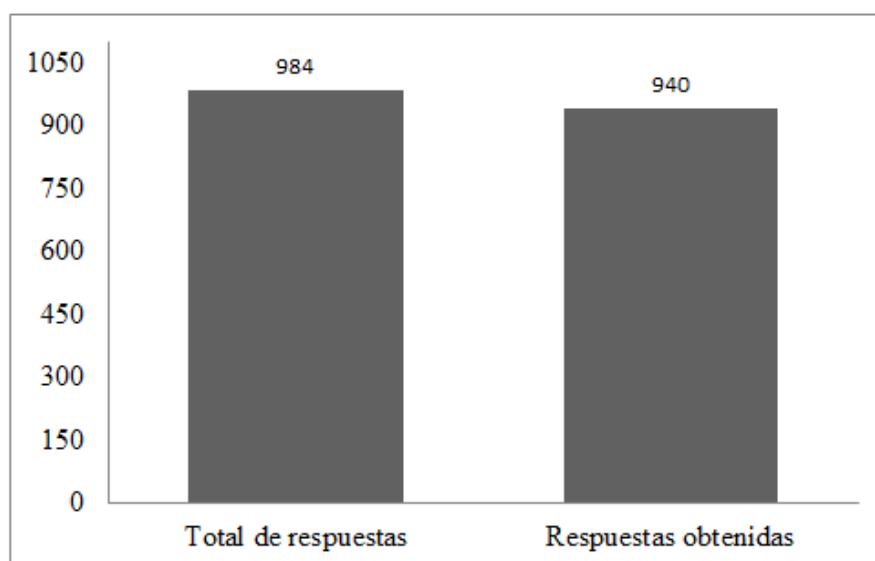
## Capítulo 4. Análisis de resultados de la investigación

### 4.1 Porcentaje de respuesta del cuestionario

Para las necesidades de nuestro estudio, la tasa de respuesta corresponde al total de reactivos llenados en su totalidad incluyendo los dos espacios para comentarios y/o sugerencias, divididos por el total de respuestas esperadas.

Para el cuestionario aplicado sobre las posibles causas por la cuales los alumnos presentan un alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral impartida en segundo semestre de la FIN Tecate, se esperó un total de 984 respuestas, de ser llenados en su totalidad se obtendría el 100%. Una vez aplicado el instrumento se encontró un total de 920 respuestas, lo que refleja una tasa de respuesta del 93.49%. La diferencia entre el total y el número de respuestas obtenidas es debido a que no todos los 82 encuestados escribieron en los dos espacios para comentarios y/o sugerencias y únicamente se limitaron a responder las preguntas.

La figura 4.1 muestra el número de respuestas totales y el obtenido.



**Figura 4.1.-** Número de respuestas totales esperadas y número de respuestas totales obtenidas.  
Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

## 4.2 Interpretación de resultados

A continuación se presentan los resultados encontrados en los instrumentos aplicados en esta investigación.

### 4.2.1 Resultados de la observación y nota de campo

Los resultados de la observación y nota de campo, sirvieron de pauta para realizar la explicación de los temas de la Unidad III Técnicas de integración, incluyendo las preguntas más frecuentes hechas por los estudiantes haciendo hincapié en los errores más comunes que se comenten al resolver las integrales y a su vez se diseñó un código de colores para detectar los datos esenciales de cada tema.

La nota de campo reflejó la información presentada en la tabla 4.1 misma que estuvo en estrecha relación con las posibles causas y consecuencias planteadas en el punto 4-A3.

**Tabla 4.1.-** Información recopilada en las notas de campo.

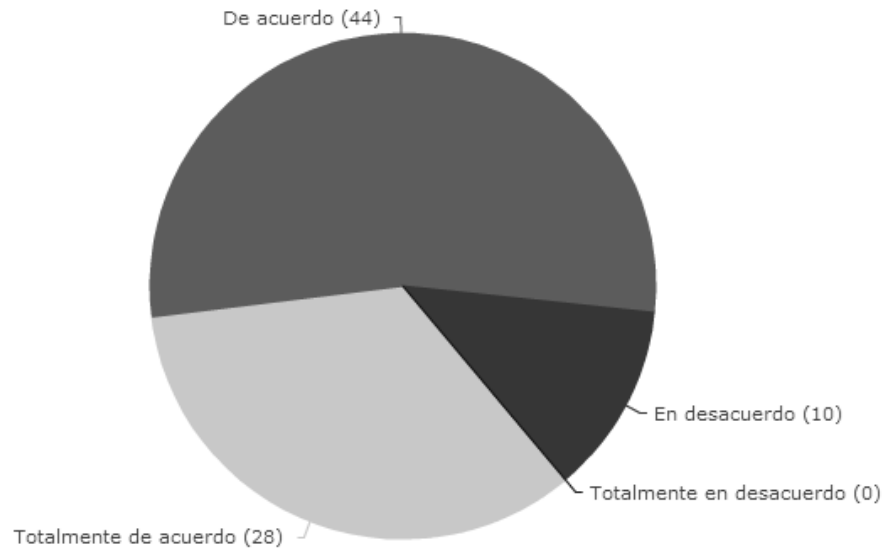
| Registro de las observaciones en las notas de campo                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Se detectó que los estudiantes carecen de bases sólidas en temas de álgebra como: leyes de los exponentes, leyes de los signos, leyes de los radicales, solución de ecuaciones con dos o más incógnitas, operaciones básicas con fracciones, factorización y simplificación de términos.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Se identificó la falta de conocimientos en el tema derivadas, desconocimiento para detectar qué fórmula de derivada utilizar y cómo utilizarla, lo que aumentaba la dificultad para detectar cuándo se debía agregar el factor faltante y/o aplicación de la regla de la cadena.</li></ul>         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Algunos estudiantes presentan problemas para seguir un procedimiento lógico al momento de estar resolviendo los ejercicios, les es difícil lograr terminar ejercicios que requieren de concentración y un procedimiento exhaustivo para poder determinar el resultado.</li></ul>                   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>No se detectó que la falta de recursos económicos tuvieran relación con el alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral. Los alumnos que se encontraban trabajando y estudiando al mismo tiempo presentaban en general alto aprovechamiento.</li></ul>                             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Se detectó que los estudiantes carecen de técnicas de estudio.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>La motivación fue detectada como un factor importante para que los estudiantes comprendieran los contenidos temáticos ya que en ocasiones el hecho de no entender correctamente un tema era causa de desmotivación y déficit de atención durante las clases.</li></ul>                             |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Se detectó a 6 estudiantes tanto del grupo experimental como de control que hubieran deseado estudiar otra carrera y los cuales si presentaban problemas con los temas generales de matemáticas debido al poco gusto por las mismas.</li></ul>                                                     |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

### 4.2.2 Resultados del cuestionario

#### Pregunta Número 1:

La falta de conocimientos como bases sólidas de la educación preparatoria genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.2 y en la tabla 4.2.

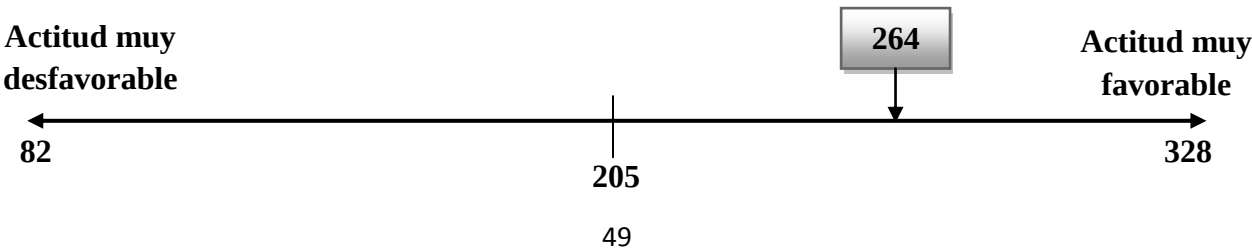


**Figura 4.2.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 1.

**Tabla 4.2.-** Resultados de la pregunta número 1 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

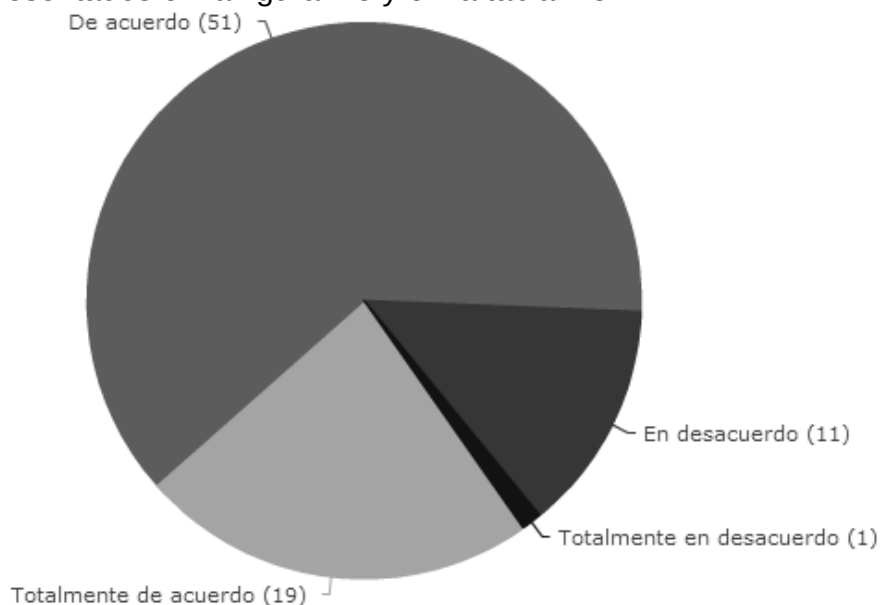
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 28                      | 34%                      | 112                                                |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 44                      | 54%                      | 132                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 10                      | 12%                      | 20                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 0                       | 0%                       | 0                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>264</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 80.49%**



## Pregunta Número 2:

La falta de conocimientos básicos de Cálculo Diferencial principalmente “derivadas” genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.3 y en la tabla 4.3.



**Figura 4.3.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 2.

**Tabla 4.3.-** Resultados de la pregunta número 2 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 19                      | 23%                      | 76                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 51                      | 62%                      | 153                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 11                      | 13%                      | 22                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 1                       | 1%                       | 1                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>252</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 76.83%**

**Actitud muy desfavorable**

**82**

**205**

**50**

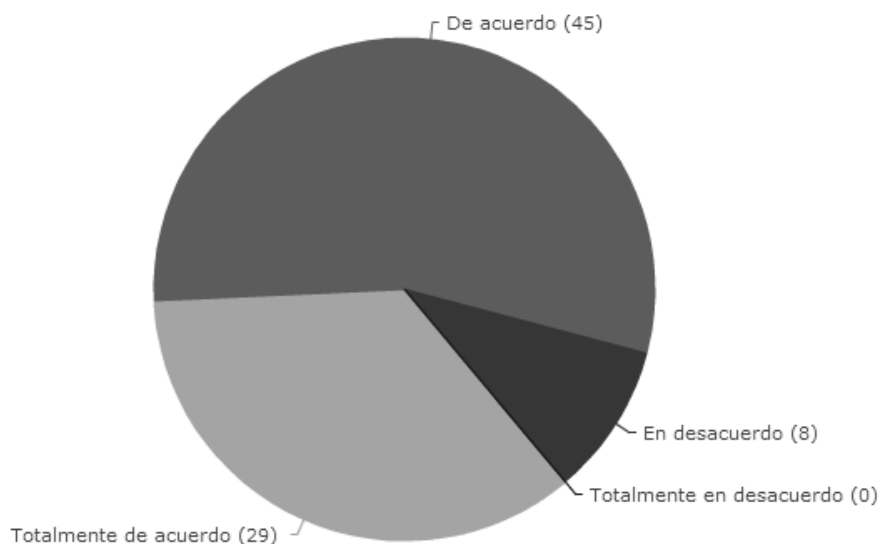
**252**

**Actitud muy favorable**

**328**

### Pregunta Número 3:

Carecer de un razonamiento lógico matemático provoca un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.4 y en la tabla 4.4.

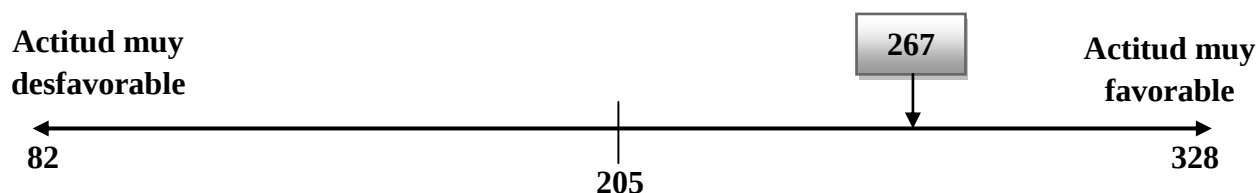


**Figura 4.4.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 3.

**Tabla 4.4.-** Resultados de la pregunta número 3 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

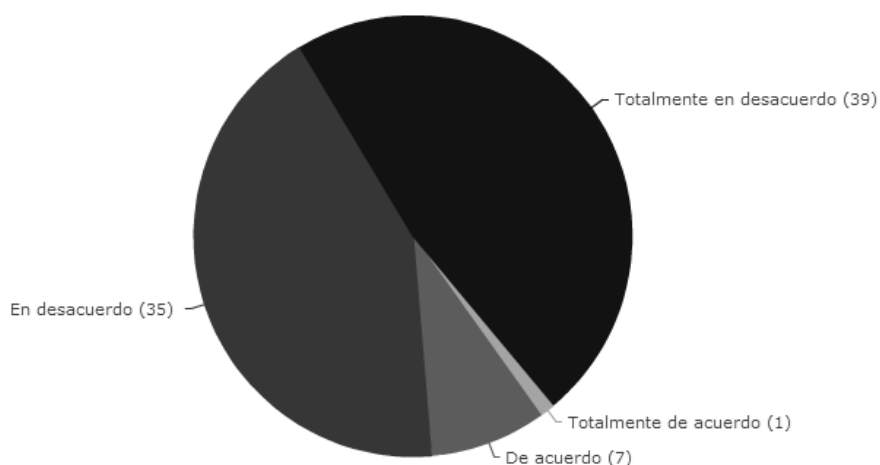
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 29                      | 35%                      | 116                                                |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 45                      | 55%                      | 135                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 8                       | 10%                      | 16                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 0                       | 0%                       | 0                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>267</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 81.40%**



#### Pregunta Número 4:

La falta de recursos económicos incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.5 y en la tabla 4.5.

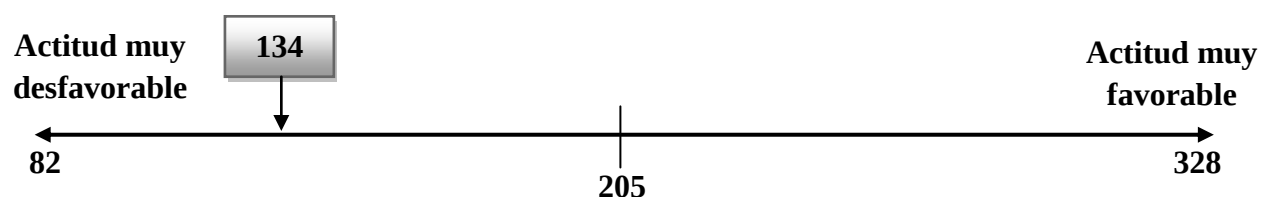


**Figura 4.5.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 4.

**Tabla 4.5.-** Resultados de la pregunta número 4 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

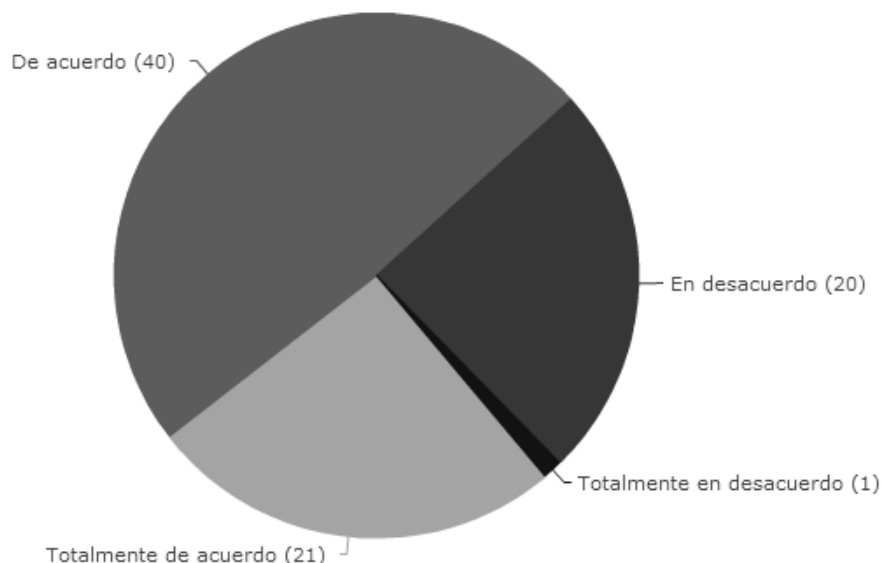
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 1                       | 1%                       | 4                                                  |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 7                       | 9%                       | 21                                                 |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 35                      | 43%                      | 70                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 39                      | 48%                      | 39                                                 |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>134</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 40.85%**



### Pregunta Número 5:

No contar con una metodología de estudio genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.6 y en la tabla 4.6.

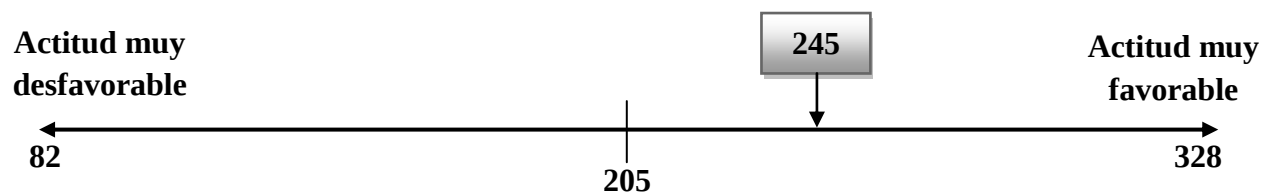


**Figura 4.6.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 5.

**Tabla 4.6.-** Resultados de la pregunta número 5 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

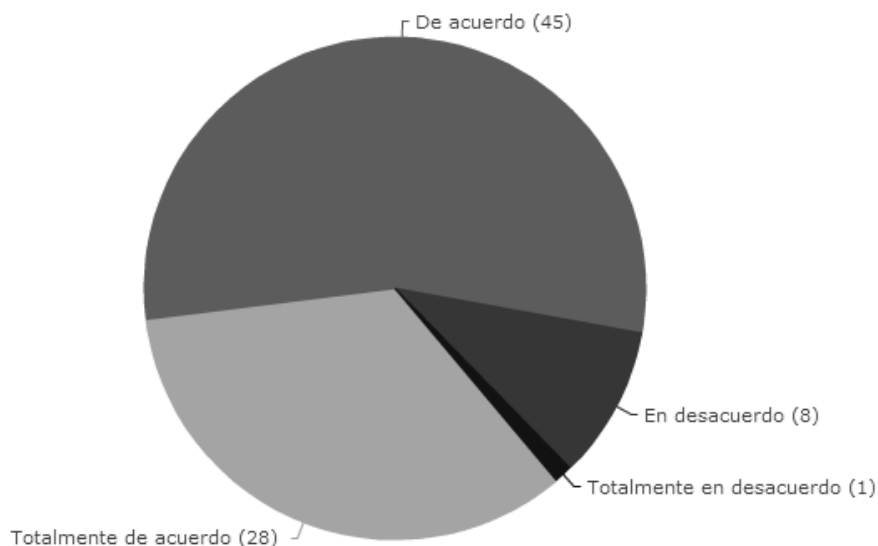
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 21                      | 26%                      | 84                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 40                      | 49%                      | 120                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 20                      | 24%                      | 40                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 1                       | 1%                       | 1                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>245</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 74.70%**



### Pregunta Número 6:

La mala actitud como una baja autoestima, o desmotivación en los estudiantes propicia un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 47 y en la tabla 4.7.

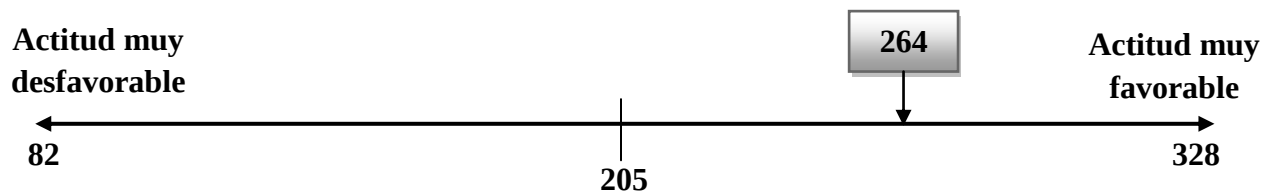


**Figura 4.7.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 6.

**Tabla 4.7.-** Resultados de la pregunta número 6 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

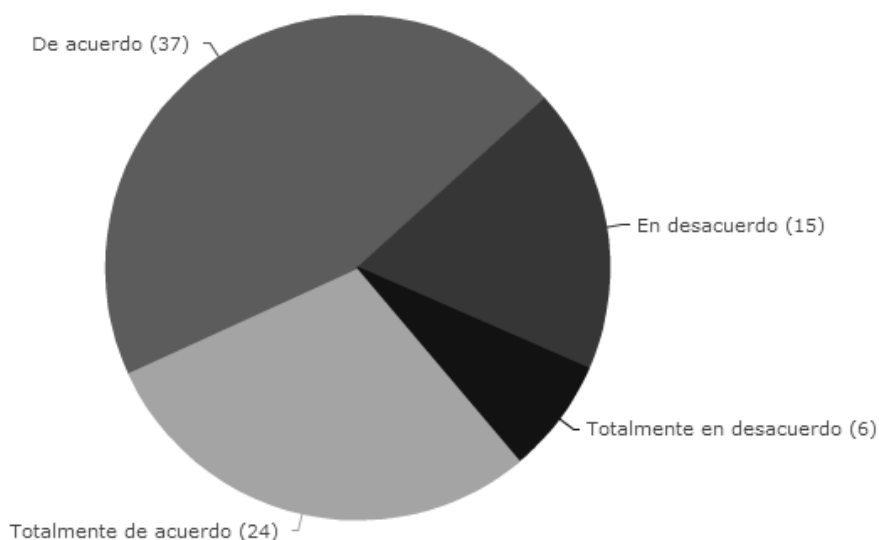
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 28                      | 34%                      | 112                                                |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 45                      | 55%                      | 135                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 8                       | 10%                      | 16                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 1                       | 1%                       | 1                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>264</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 80.49%**



### Pregunta Número 7:

La elección de una profesión errónea será un detonante en el alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.8 y en la tabla 4.8.

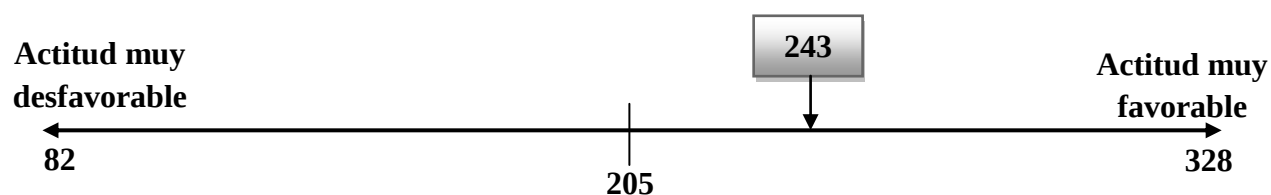


**Figura 4.8.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 7.

**Tabla 4.8.-** Resultados de la pregunta número 7 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

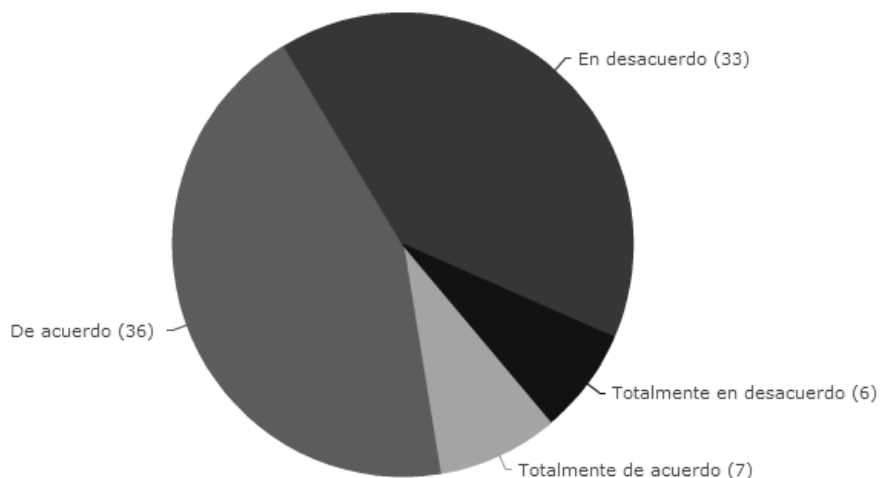
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 24                      | 29%                      | 96                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 37                      | 45%                      | 111                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 15                      | 18%                      | 30                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 6                       | 7%                       | 6                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>243</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 74.09%**



### Pregunta Número 8:

La falta de recursos didácticos apropiados lleva a un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.9 y en la tabla 4.9.



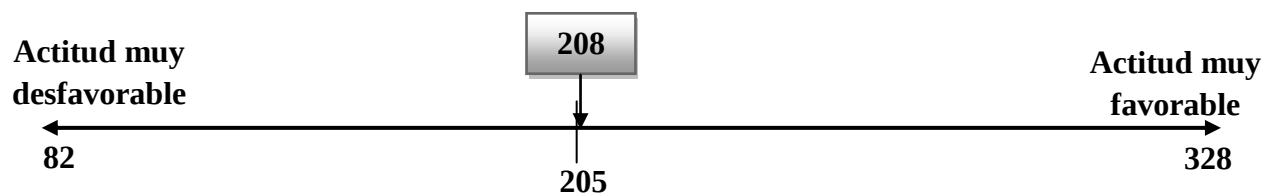
**Figura 4.9.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 8.

**Tabla 4.9.-** Resultados de la pregunta número 8 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 7                       | 9%                       | 28                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 36                      | 44%                      | 108                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 33                      | 40%                      | 66                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 6                       | 7%                       | 6                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>208</b>                                         |

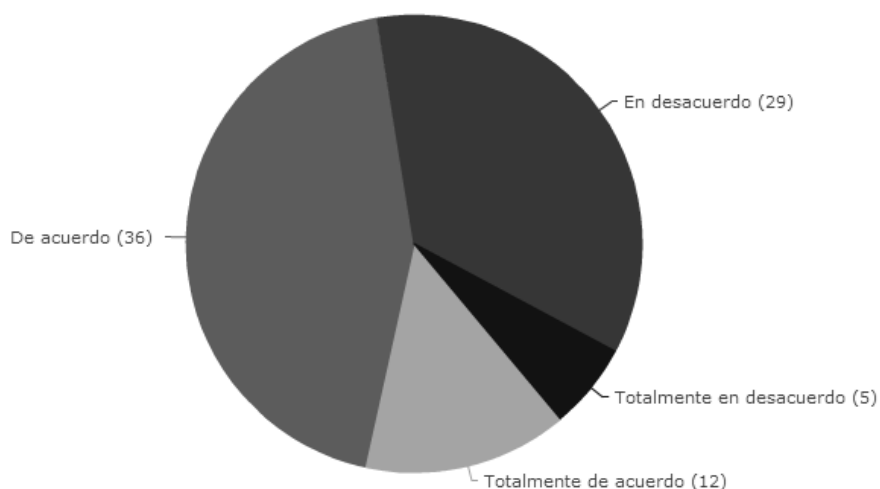
**Porcentaje de Actitud muy favorable**

**63.41%**



### Pregunta Número 9:

Las bajas estudiantiles se originan por un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.10 y en la tabla 4.10.

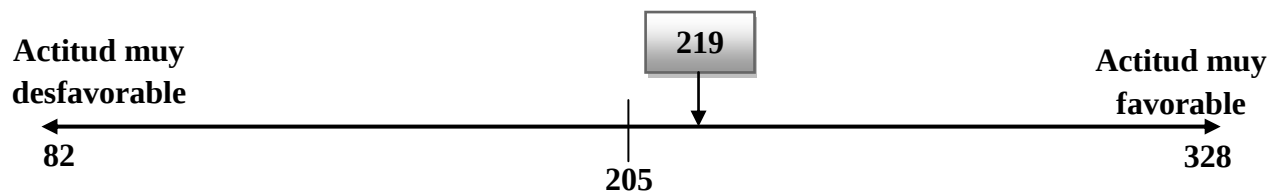


**Figura 4.10.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 9.

**Tabla 4.10.-** Resultados de la pregunta número 9 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

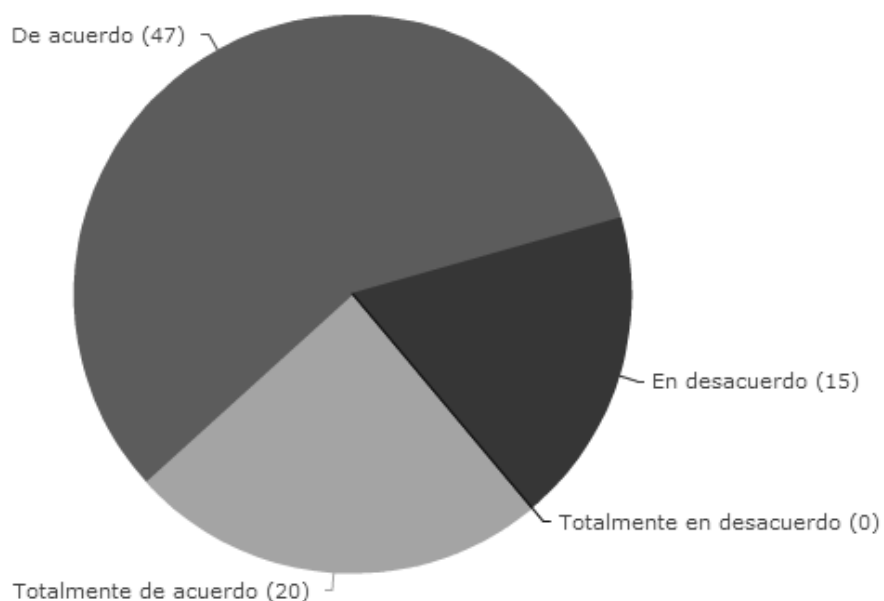
| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 12                      | 15%                      | 48                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 36                      | 44%                      | 108                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 29                      | 35%                      | 58                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 5                       | 6%                       | 5                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>219</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable 66.77%**



### Pregunta Número 10:

El bajo aprovechamiento incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Resultados presentados en la figura 4.11 y en la tabla 4.11.



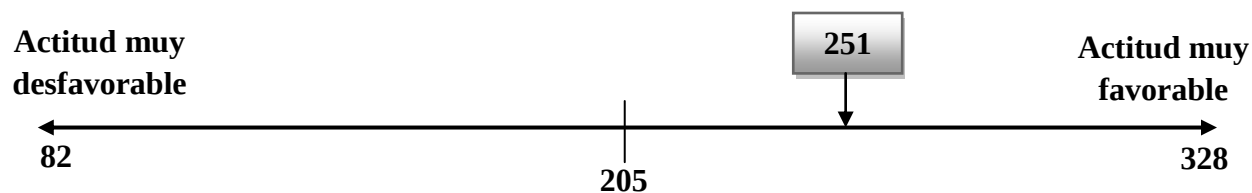
**Figura 4.11.-** Gráfica de los resultados de la pregunta número 10.

**Tabla 4.11.-** Resultados de la pregunta número 10 utilizados para obtener la escala de actitud muy favorable de acuerdo con la pregunta.

| Categoría de Respuesta de acuerdo a Likert | Puntuación asignada a cada categoría | Cantidad de encuestados | Porcentaje por categoría | Cantidad de encuestados x puntuación por categoría |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Totalmente de acuerdo                      | 4                                    | 20                      | 24%                      | 80                                                 |
| De acuerdo                                 | 3                                    | 47                      | 57%                      | 141                                                |
| En desacuerdo                              | 2                                    | 15                      | 18%                      | 30                                                 |
| Totalmente en desacuerdo                   | 1                                    | 0                       | 0%                       | 0                                                  |
| <b>Totales</b>                             |                                      | <b>82</b>               | <b>100%</b>              | <b>251</b>                                         |

**Porcentaje de Actitud muy favorable**

**76.52%**



### 4.2.3 Interpretación de los resultados obtenidos en el cuestionario

#### Pregunta Número 1:

La falta de conocimientos como bases sólidas de la educación preparatoria genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

#### Resultados:

Los resultados se inclinan a las categorías de respuestas de totalmente de acuerdo y de acuerdo, debido a que estas dos opciones suman el **88%** del total, en otras palabras 72 de los 82 encuestados están de acuerdo **en que la falta de conocimientos de la educación preparatoria es un factor que tiene relación con el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral**. Sólo 12% representado por 10 encuestados estuvieron en desacuerdo y 0% en totalmente en desacuerdo.

#### Pregunta Número 2:

La falta de conocimientos básicos de cálculo diferencial principalmente “derivadas” genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

#### Resultados:

Para este reactivo 23% de los encuestados estuvieron totalmente de acuerdo, 62% estuvo de acuerdo, 13% en desacuerdo y 1% totalmente en desacuerdo. Es decir, 70 encuestados tuvieron una actitud positiva ante las dos primera categorías de respuesta para este reactivo, ya que **estuvieron de acuerdo en que la falta de conocimientos en el tema derivadas influye en el alto índice de la materia de cálculo integral**, sólo una persona estuvo en total desacuerdo.

### **Pregunta Número 3:**

Carecer de un razonamiento lógico matemático provoca un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

#### **Resultados:**

La categoría de respuesta para este reactivo se mantuvo en las primeras dos opciones representado por el **90% de aceptación**, lo que significa que 74 encuestados están de acuerdo en que **carecer de un razonamiento lógico influye en el incremento del índice de reprobación de la materia de cálculo integral**. Sólo 8 personas representando el 10% estuvieron en desacuerdo.

### **Pregunta Número 4:**

La falta de recursos económicos incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

#### **Resultados:**

Este reactivo obtuvo en su mayoría las respuestas en desacuerdo y totalmente en desacuerdo, representado por el **91%** de los encuestados, lo que implica que **no creen necesario que la falta de recursos económicos incida en el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral**. Sólo el 10%, es decir 8 personas, opinaron estar de acuerdo con el reactivo.

### **Pregunta Número 5:**

No contar con una metodología de estudio genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

#### **Resultados:**

Para esta pregunta el **75% de los encuestados estaba de acuerdo en que no contar con una metodología de estudio genera un alto índice de**

**reprobación**, 24% restante estuvo en desacuerdo y sólo 1% totalmente en desacuerdo.

#### **Pregunta Número 6:**

La mala actitud como una baja autoestima o desmotivación en los estudiantes propicia un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

##### **Resultados:**

El resultado de esta pregunta fue de actitud positiva ya que el **89% de los encuestados está de acuerdo en que la baja autoestima o desmotivación son factores que inciden en que los estudiantes reprueben la materia de cálculo integral**, 10% estuvo en desacuerdo y 1% totalmente en desacuerdo.

#### **Pregunta Número 7:**

La elección de una profesión errónea será un detonante en el alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

##### **Resultados:**

Para este reactivo la respuesta se mantuvo en las primeras dos opciones, el **74% de los encuestados estuvieron de acuerdo en que la elección de una profesión errónea influye en el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral**. El 18% estuvo en desacuerdo y el 7% totalmente en desacuerdo.

#### **Pregunta Número 8:**

La falta de recursos didácticos apropiados lleva a un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

### **Resultados:**

**La categoría de respuesta obtenida por este reactivo se mantuvo en la media entre la actitud muy desfavorable y la muy favorable**, ya que el 53% de los encuestados eligió entre las dos primeras opciones, totalmente de acuerdo y de acuerdo, mientras el otro 47% se mantuvo entre las categorías de, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo que la falta de recursos didácticos lleva a un alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral.

### **Pregunta Número 9:**

Las bajas estudiantiles se originan por un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

### **Resultados:**

Para este reactivo la respuesta estuvo un poco arriba de la media debido a que el **59%** optó por las opciones totalmente de acuerdo y de acuerdo en que **las bajas estudiantiles se originan por el alto índice de reprobación que se tiene en la materia de cálculo integral**, mientras el 41% por las opciones en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

### **Pregunta Número 10:**

El bajo aprovechamiento incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral.

### **Resultados:**

Esta pregunta tuvo una actitud muy favorable por parte de los encuestados debido a que el **89% de ellos estuvo de acuerdo en que el bajo aprovechamiento incide en el alto índice de reprobación de la materia de Cálculo Integral**, el 18% estuvo en desacuerdo y 0% totalmente en desacuerdo.

Los resultados anteriores favorecieron el diseño e implementación de un material didáctico para la materia de cálculo integral referente a la unidad III. Éste sirvió como un instrumento adicional para la posible solución del problema planteado en el paso 1-A3; siendo evaluada la pertinencia de su implementación con la aplicación de la posprueba tanto al grupo experimental como de control.

Con la aplicación del cuestionario, se determinaron las causas que inciden en el alto índice de reprobación en la materia de cálculo Integral, dando lugar a analizar que no sólo las causas pueden derivar de un déficit de conocimientos básicos de las áreas de matemáticas, sino que puede ser a raíz de baja autoestima y/o desmotivación por parte de los estudiantes, por tal motivo este factor también debe considerarse al momento de impartir las clases.

### **4.3 Material didáctico (tratamiento experimental) y posprueba**

#### **4.3.1 Material didáctico (tratamiento experimental)**

El material didáctico generado a partir de este estudio es de utilidad tanto para docentes que imparten la materia de cálculo integral como para estudiantes que actualmente se encuentren cursando la asignatura o alumnos que ya aprobaron y que necesitan recordar algún tema en específico de la Unidad III Técnicas de Integración.

Los aspectos por los que es de utilidad son:

- A los **docentes**: Les servirá de apoyo para dar una estructura coherente a la explicación de los cuatro temas de la Unidad III Técnicas de integración, a su vez cada tema cuenta con un plan de clases detalladamente estructurado que permite llevar al alumno al nivel de conocimientos previamente definido, contiene gran cantidad de ejemplo explicados paso a paso y eso permite agilizar la explicación dada en clase.

- A los **estudiantes** que están cursando la asignatura o que ya la cursaron:  
El material didáctico les brinda la explicación detenida de cada uno de los ejemplos planteados, a su vez, proporciona ejercicio para fijar los conocimientos adquiridos, y el grado de complejidad de los problemas aumenta conforme se considera que el alumno va siendo apto para avanzar en su aprendizaje. El código de colores utilizado y explicado detalladamente al inicio del material, permite que el alumno encuentre las partes esenciales de los ejercicios y evite cometer los errores que comúnmente se tiene al resolver las integrales.

Una vez aplicado el tratamiento (Material didáctico) al grupo experimental del 22 de abril al 16 de mayo de 2013 se concluyó con la aplicación de la posprueba tanto al grupo control como al experimental durante las fechas de 17 y 20 de mayo respectivamente, analizando e interpretando los resultados y variaciones encontradas durante los días 21 y 22 de mayo.

#### **4.3.2 Posprueba**

La posprueba se realizó inmediatamente después de que concluyó el experimento, para evitar que la variable dependiente (índice de reprobación) cambiara con el paso del tiempo.

La comparación entre las pospruebas de ambos grupos ( $O_1$  y  $O_2$ ) nos indicó si hubo o no efecto de la manipulación. En este caso ambas fueron diferentes significativamente ( $O_1 \neq O_2$ ), esto nos indica que el tratamiento experimental tuvo un efecto a considerar.

## **Confiabilidad, validez, objetividad y factibilidad de la posprueba**

### **Confiabilidad se basa en lo siguiente:**

- La administración de pruebas no se presenta porque no hay preprueba.
- La inestabilidad no afecta porque los componentes del experimento son los mismos para los dos grupos (excepto el tratamiento experimental).
- La instrumentación no afecta porque fue la misma posprueba para ambos grupos.
- La selección de los estudiantes tampoco es problema, ya que si hay sujetos atípicos en un grupo, en el otro habrá igualmente sujetos atípicos.

De tal manera que, si en los dos grupos únicamente hubiera personas con un alto coeficiente intelectual y la variable independiente fuera el método de enseñanza, las diferencias en el aprendizaje se atribuirían al método y no a la inteligencia. A su vez, la investigadora tiene control sobre la situación, debido a que sabe que todo es igual para los grupos, con excepción del tratamiento experimental. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010, p.139).

Para efectos de esta investigación la posprueba fue exactamente el mismo instrumento para ambos grupos y así se aseguró la equivalencia y comparación de las puntuaciones producidas. Cabe mencionar que los contenidos de la posprueba estuvieron basados en los temas propuestos por el Programa de Unidad de Aprendizaje de la materia de cálculo integral del plan de estudios vigente 2009-2 del Tronco Común Ciencias de la Ingeniería.

El contenido de la posprueba se encuentra explicado en la tabla 4.12, en donde se especifica la cantidad de reactivos incluidos de cada tema y el total de ellos, el tipo de reactivos (“opción múltiple” y “respuesta abierta”) y el valor o puntaje asignado a cada uno.

**Tabla 4.12.-** Relación del número de reactivos por tema y valor o puntaje de cada reactivo para la posprueba de la Unidad III Técnicas de Integración.

| <b>Unidad III. Técnicas de Integración</b>                             |                                              |                                       |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Tema</b>                                                            | <b>Cantidad y tipo de reactivos por tema</b> | <b>Valor/Puntaje de cada reactivo</b> |
| <b>Tema 3.1</b> Integración por partes.                                | 3 ejercicios de respuesta abierta            | 2.0 + 1.0 +2.0                        |
| <b>Tema 3.2</b> Integración de potencias de funciones trigonométricas. | 3 ejercicios de respuesta abierta            | 1.5+1.0+0.5                           |
| <b>Tema 3.3</b> Integración por sustitución trigonométrica.            | 3 reactivos de opción múltiple               | 0.25+ 0.25+ 0.25                      |
|                                                                        | 1 pregunta de respuesta abierta              | 0.5                                   |
| <b>Tema 3.4</b> Integración por fracciones parciales.                  | 1 reactivo de opción múltiple                | 0.25                                  |
|                                                                        | 1 ejercicio de respuesta abierta             | 0.5                                   |
| <b>Total de reactivos</b>                                              | <b>12 reactivos</b>                          |                                       |
| <b>Puntaje total</b>                                                   |                                              | <b>10 puntos</b>                      |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Los cuatro temas que contiene la Unidad III Técnicas de Integración de la materia de Cálculo Integral fueron incluidos en la posprueba. Se manejaron dos tipos de reactivos el de “opción múltiple” y de “respuesta abierta”. Para el caso de los reactivos de “opción múltiple” el alumno sólo debió subrayar la respuesta correcta anexando el procedimiento que siguió para la obtención del resultado. Para los reactivos de “respuesta abierta” el alumno tenía que hacer uso de cualquier método de integración que considerara pertinente y desarrollarlo según

las competencias específicas que adquirió de cada tema (Ver ANEXO 3 posprueba).

Como se puede observar en la tabla 4.12 tanto para el tema 3.1 Integración por partes y para el tema 3.2 Integración de potencias de funciones trigonométricas se incluyeron 3 ejercicio de “respuesta abierta” para cada uno, para el tema 3.3 Integración por sustitución trigonométrica, 3 reactivos de “opción múltiple” y un reactivo de “respuesta abierta” y por último para el tema 3.4 Integración por fracciones parciales 2 reactivos, uno de “opción múltiple” y otro de “respuesta abierta”, dando un total de 12 reactivos. Además se muestra que cada reactivo tiene un valor o puntaje diferente, esto debido a la complejidad y tiempo que se requería para su resolución.

El tiempo total estimado para resolver en su totalidad la posprueba fue de 2 horas.

### **Confiabilidad**

La posprueba cumplió con el requisito de confiabilidad primeramente porque estuvo enfocado a evaluar el aprendizaje del contenido curricular procedimental, que según los autores Díaz y Hernández (2002) el aprendizaje de contenidos procedimentales es el saber hacer, es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera y es de tipo práctico, porque está basado en la realización de varias acciones u operaciones.

### **Validez**

En la metodología para la elaboración de la posprueba se dio énfasis en que contara con un nivel satisfactorio de validez, es decir que sirviera para valorar aquello para lo cual ha sido construido y de confiabilidad que se refiere a que su

aplicación en condiciones similares permita obtener resultados similares para su uso posterior.

La elaboración de la posprueba fue hecha por el profesor de la asignatura de cálculo integral según las necesidades del proceso pedagógico, considerando la evaluación basada en criterios que según Díaz y Hernández (2002) la evaluación criterial compara el desempeño de los alumnos contra ciertos criterios diseñados con anterioridad (generalmente plasmados en los objetivos educativos). De hecho, se dice que un instrumento de evaluación criterial se utiliza para estimar el lugar de un aprendiz en relación con un dominio (conceptual, procedimental, etcétera) que previamente ha sido definido.

La posprueba fue constituida por medio de un conjunto de reactivos de “opción múltiple” y de “respuesta abierta”. Los reactivos de “opción múltiple” fueron incluidos con la finalidad de evaluar el nivel de comprensión y aplicación de los conocimientos. Los reactivos de “respuesta abierta” se incluyeron para evaluar actividades de mayor complejidad y procesamiento tales como capacidad de integración y capacidad de análisis.

La posprueba fue realizada como prueba escrita y para darle mayor confiabilidad y validez los reactivos planteados se redactaron siguiendo ciertos lineamientos. Considerando las características y partes que componen a los reactivos de “opción múltiple” que según Delgado (2009) en su Manual de Instrucciones y de lecturas para la materia de “Evaluación Tradicional” son: el tema (pregunta), la alternativa correcta y los distractores. Además se tomaron en cuenta algunas reglas que la misma autora plantea para escribir las opciones de este tipo de reactivos y así permitir una medida confiable y válida para un resultado de aprendizaje las cuales son:

- Presentar un único problema o pregunta.
- Asegurarse de incluir sólo una opción correcta.

- Procurar ubicar en diferente lugar la opción correcta.
- Medir un resultado de aprendizaje que se puede examinar mediante la selección de una respuesta correcta o de la mejor respuesta entre varias alternativas.
- Incluir alternativas que sean concisas y la mayor parte de la información se debe presentar en el tema (pregunta).
- Incluir alternativas que se parezcan en los términos, en el estilo de escritura, en amplitud, etc.
- Incluir alternativas que sigan lógica gramaticalmente al tema.
- Incluir distractores que sean plausibles pero incorrectos.
- Los reactivos deben redactarse procurando que todas las opciones que se ofrecen, para cada uno de ellos, resulten creíbles y que propicien a la reflexión de la respuesta.
- Procurar que la redacción de todas las opciones de un reactivo tengan, más o menos, la misma longitud para no darle lugar o restarle importancia a las demás opciones.
- No incluir dos opciones con el mismo significado o resultado.
- Evitar incluir respuestas sinónimas en las opciones.

Por su parte, los reactivos de “respuesta abierta” fueron elaborados con instrucciones claras y el estudiante debía contestar de acuerdo a sus conocimientos.

En resumen, la posprueba se realizó siguiendo las recomendaciones de expertos en la elaboración de exámenes, cumpliendo con las características que un buen examen debe tener para considerarlo confiable.

Por otro lado, la posprueba tuvo validez tanto de contenido como de constructo:

- Primeramente porque incluyó todos los temas de la Unidad III Técnicas de Integración que eran los componentes del dominio de contenido de las variables a medir.
- Tuvo validez de constructo debido a que cada reactivo de la posprueba estaba en estrecha relación con la teoría analizada en la Unidad III Técnicas de Integración.

En la tabla 4.13 se explica la relación de validez de constructo que siguió la posprueba.

**Tabla 4.13.-** Relación de validez de constructo para la posprueba.

| <b>Tema</b> | <b>Unidad III Técnicas de Integración</b>              | <b>Reactivo con el que guarda relación</b>                     |
|-------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b>  | Integración por partes.                                | <b>R<sub>7</sub> R<sub>9</sub> R<sub>11</sub></b>              |
| <b>3.2</b>  | Integración de potencias de funciones trigonométricas. | <b>R<sub>8</sub> R<sub>10</sub> R<sub>12</sub></b>             |
| <b>3.3</b>  | Integración por sustitución trigonométrica.            | <b>R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> R<sub>3</sub> R<sub>5</sub></b> |
| <b>3.4</b>  | Integración por fracciones parciales.                  | <b>R<sub>4</sub> R<sub>6</sub></b>                             |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Además de mostrar la relación de validez de constructo, también se especifica la relación que guarda cada reactivo incluido en la posprueba con relación al contenido temático de la Unidad III Técnicas de Integración.

## **Objetividad**

Para lograr la objetividad en la aplicación de la posprueba, se aplicó la misma al grupo de control y al grupo experimental. Las instrucciones para realizar el examen fueron exactamente iguales, el tiempo para resolverlo fue de dos horas para ambos grupos, la revisión de los exámenes se realizó bajo el mismo criterio y el valor por reactivo fue idéntico para ambos grupos.

## Factibilidad

La posprueba se elaboró con las características que hicieron posible ser realizada, medible e interpretable.

### 4.4 Resultados de la posprueba

**Reactivo 1.** Para la integral  $\int \frac{(x^2 + 2)}{x + \sqrt{x^2 - 9}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**Tabla 4.14.-** Resultados del Reactivo 1 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 11                  | 92%         | 11                  | 92%         |
| Contestó incorrecto | 1                   | 8%          | 1                   | 8%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 0                   | 0%          |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 2.** Para la integral  $\int \frac{(x^2 + 2)}{x + \sqrt{x^2 - 9}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**Tabla 4.15.-** Resultados del Reactivo 2 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 12                  | 100%        | 12                  | 100%        |
| Contestó incorrecto | 0                   | 0%          | 0                   | 0%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 0                   | 0%          |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 3.** Para la integral  $\int \frac{x^3 dx}{3 + \sqrt{16 - x^2}}$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**Tabla 4.16** Resultados del Reactivo 3 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 12                  | 100%        | 11                  | 92%         |
| Contestó incorrecto | 0                   | 0%          | 1                   | 8%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 0                   | 0%          |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 4.** La descomposición en fracciones parciales de la integral

$$\int \frac{(x^2 + 7x + 1)}{(x + 2)^2(2x + 1)} dx \text{ es.}$$

**Tabla 4.17.-** Resultados del Reactivo 4 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 11                  | 92%         | 7                   | 58%         |
| Contestó incorrecto | 1                   | 8%          | 4                   | 33%         |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 1                   | 8%          |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 5.** ¿Cuál sería el triángulo correspondiente para resolver cada integral propuesta en las preguntas 1, 2 y 3? Dibujar los tres triángulos.

**Tabla 4.18.-** Resultados del Reactivo 5 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 10                  | 83%         | 8                   | 67%         |
| Contestó incorrecto | 2                   | 17%         | 4                   | 33%         |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 0                   | 0%          |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 6.** ¿Cuál es el valor de  $B$  para la siguiente integral?

$$\int \frac{6x^2 - 14x - 27}{(x + 2)(x - 3)^2} dx = \int \frac{A}{(x + 2)} dx + \int \frac{B}{(x - 3)} dx + \int \frac{C}{(x - 3)^2} dx$$

**Tabla 4.19.-** Resultados del Reactivo 6 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 7                   | 58%         | 5                   | 42%         |
| Contestó incorrecto | 4                   | 33%         | 2                   | 17%         |
| No contestó         | 1                   | 8%          | 5                   | 42%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 7** Evalúe la siguiente integral  $\int e^{\alpha x} \cos \beta x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.20.-** Resultados del Reactivo 7 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 10                  | 83%         | 5                   | 42%         |
| Contestó incorrecto | 2                   | 17%         | 1                   | 8%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 6                   | 50%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 8** Evalúe la siguiente integral  $\int \tan^4 2x \sec^4 2x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.21.-** Resultados del Reactivo 8 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 10                  | 83%         | 6                   | 50%         |
| Contestó incorrecto | 2                   | 17%         | 1                   | 8%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 5                   | 42%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 9** Evalúe la siguiente integral  $\int x^3 e^{-x^2} dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.22.-** Resultados del Reactivo 9 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 7                   | 58%         | 5                   | 42%         |
| Contestó incorrecto | 4                   | 33%         | 3                   | 25%         |
| No contestó         | 1                   | 8%          | 4                   | 33%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 10** Evalúe la siguiente integral  $\int \sqrt[5]{\cot x} \csc^2 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.23.-** Resultados del Reactivo 10 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 10                  | 83%         | 6                   | 50%         |
| Contestó incorrecto | 2                   | 17%         | 0                   | 0%          |
| No contestó         | 0                   | 0%          | 6                   | 50%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 11** Evalúe la siguiente integral  $\int \sqrt[3]{x} \ln^2 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.24.-** Resultados del Reactivo 11 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 9                   | 75%         | 4                   | 33%         |
| Contestó incorrecto | 2                   | 17%         | 2                   | 17%         |
| No contestó         | 1                   | 8%          | 6                   | 50%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

**Reactivo 12** Evalúe la siguiente integral  $\int \sin^7 x \cos^3 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Tabla 4.25.-** Resultados del Reactivo 12 obtenidos por ambos grupos.

|                     | Grupo Experimental  |             | Grupo Control       |             |
|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
|                     | Cantidad de alumnos | %           | Cantidad de alumnos | %           |
| Contestó correcto   | 11                  | 92%         | 5                   | 42%         |
| Contestó incorrecto | 0                   | 0%          | 2                   | 17%         |
| No contestó         | 1                   | 8%          | 5                   | 42%         |
| <b>Totales</b>      | <b>12</b>           | <b>100%</b> | <b>12</b>           | <b>100%</b> |

#### 4.4.1 Interpretación de los resultados obtenidos en la posprueba

**Reactivo 1.** Para la integral  $\int \frac{(x^2 + 2)}{x + \sqrt{x^2 - 9}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

##### Resultados:

Este reactivo fue contestado correctamente por el 92% de los estudiantes tanto del grupo experimental como de control, sólo una persona de cada grupo lo que representa el 8% contestó de forma incorrecta.

**Reactivo 2.** Para la integral  $\int \frac{(x^2 + 2)}{x + \sqrt{x^2 - 9}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

##### Resultados:

El 100% de los estudiantes del grupo experimental y de control contestaron correctamente el reactivo.

**Reactivo 3.** Para la integral  $\int \frac{x^3 dx}{3 + \sqrt{16 - x^2}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**Resultados:**

El 100% de los estudiantes del grupo experimental contestó correctamente el reactivo, contra el 92% del grupo de control, ya que una persona que representa el 8% contestó de forma incorrecta.

**Reactivo 4.** La descomposición en fracciones parciales de la integral

$$\int \frac{(x^2 + 7x + 1)}{(x + 2)^2(2x + 1)} dx \text{ es.}$$

**Resultados:**

Del grupo experimental se obtuvo el 92% de estudiantes que contestaron correctamente la pregunta, sólo el 8% equivalente a una persona lo hizo de forma incorrecta. Del grupo de control el 58% de los estudiantes contestaron correctamente, 33% de forma incorrecta y 8% no contestó.

**Reactivo 5.** ¿Cuál sería el triángulo correspondiente para resolver cada integral propuesta en las preguntas 1, 2 y 3? Dibujar los tres triángulos.

**Resultados:**

Este reactivo fue contestado de forma correcta por 10 estudiantes del grupo experimental y 8 del grupo de control. Lo que representa un 83 y 67% respectivamente. Por otro lado, 2 personas del grupo experimental no contestaron el reactivo dando lugar al 17% y 4 personas del grupo de control tampoco lo resolvieron, representando el 33%.

**Reactivo 6.** ¿Cuál es el valor de  $B$  para la siguiente integral?

$$\int \frac{6x^2 - 14x - 27}{(x + 2)(x - 3)^2} dx = \int \frac{A}{(x + 2)} dx + \int \frac{B}{(x - 3)} dx + \int \frac{C}{(x - 3)^2} dx$$

**Resultados:**

Del grupo experimental el 58% contestó de forma correcta, el 33% incorrectamente y el 8% no contestó. Por otro lado, en el grupo de control se obtuvo el 42% de respuestas correctas, el 17% contestó de forma incorrecta y el 42% no contestó el reactivo.

**Reactivo 7.** Evalúe la siguiente integral  $\int e^{\alpha x} \cos \beta x \, dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

Este reactivo obtuvo por parte del grupo experimental el 83% de respuestas correctas y el 17% de respuestas incorrectas. Por su parte, en el grupo de control el 50% de los estudiantes no contestó el reactivo, 8% lo hizo de forma incorrecta y sólo el 42% contestó correctamente.

**Reactivo 8** Evalúe la siguiente integral  $\int \tan^4 2x \sec^4 2x \, dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

Por parte del grupo experimental se obtuvo el 83% de respuestas correctas y el 17% de respuestas incorrectas. Por su parte, en el grupo de control el 50% de los estudiantes no contestó el reactivo, 8% lo hizo de forma incorrecta y sólo el 42% contestó correctamente.

**Reactivo 9** Evalúe la siguiente integral  $\int x^3 e^{-x^2} \, dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

Este reactivo fue contestado correctamente por el 58% de estudiantes del grupo experimental, 33% de estudiantes lo contestó de forma incorrecta y 8% no

contestó. Por su parte, el 42% de alumnos del grupo de control contestó correctamente, 25% incorrectamente y 33% no contestó.

**Reactivo 10** Evalúe la siguiente integral  $\int \sqrt[5]{\cot x} \csc^2 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

El 83% de estudiantes del grupo experimental contestó correctamente contra el 17% que contestó de forma incorrecta. Asimismo, del grupo de control el 50% de alumnos contestó de forma correcta y el 50% restante, no contestó el reactivo.

**Reactivo 11** Evalúe la siguiente integral  $\int \sqrt[3]{x} \ln^2 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

Este reactivo fue contestado correctamente por el 75% de los estudiantes del grupo experimental, 17% contestó incorrecto y 8% no contestó. Del grupo de control, 33% de los alumnos contestaron correctamente, 17% contestó incorrecto y el 50% no contestó el ejercicio.

**Reactivo 12** Evalúe la siguiente integral  $\int \sin^7 x \cos^3 x dx$  por la técnica de integración que considere pertinente.

**Resultados:**

El 92% de los estudiantes del grupo experimental contestaron correctamente el reactivo y el 8% no lo contestó. Del grupo de control, el 42% de los alumnos contestaron correctamente, 17% no contestó correcto y el 42% no contestó el reactivo.

## 4.5 Análisis preliminar

A continuación se describe un análisis preliminar de los resultados encontrados con los instrumentos nota de campo, cuestionario y posprueba.

En la tabla 4.26 se muestra la relación de los hallazgos localizados en la nota de campo respecto a las variables independientes indicadas en el paso 4-A3.

**Tabla 4.26.-** Resultados de la nota de campo en relación con las variables independientes planteadas en el paso 4-A3.

| INDICE DE REPROBACIÓN<br>Variable dependiente: Y |                                                                         | Observaciones de las Notas de Campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $X_A$                                            | Falta de conocimientos como bases sólidas en la educación preparatoria. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se detectó que los estudiantes carecen de bases sólidas en temas de Álgebra como: leyes de los exponentes, leyes de los signos, leyes de los radicales, solución de ecuaciones de dos o más incógnitas, operaciones básicas con fracciones, factorización y simplificación de términos.</li> </ul> |
| $X_B$                                            | Falta de conocimientos básicos de Cálculo Diferencial.                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se identificó la falta de conocimientos en el tema derivadas, desconocimiento para detectar qué fórmula de derivada utilizar y cómo utilizarla, lo que aumentaba la dificultad para detectar cuándo se debía agregar el factor faltante y/o aplicación de la regla de la cadena.</li> </ul>        |
| $X_C$                                            | Carencia de razonamiento lógico.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos estudiantes presentan problemas para seguir un procedimiento lógico al momento de estar resolviendo los ejercicios, les es difícil lograr terminar ejercicios que requieren de concentración y un procedimiento exhaustivo para poder determinar el resultado.</li> </ul>                  |
| $X_D$                                            | Aspectos económicos.                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>No se detectó que esta causa tuvieran relación con el alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral. Los alumnos que se encontraban trabajando y estudiante al mismo tiempo presentaban en general alto aprovechamiento.</li> </ul>                                                 |
| $X_E$                                            | Carencia de metodologías de estudio.                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se detectó que los estudiantes carecen de técnicas de estudio.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          |
| $X_F$                                            | Mala actitud, baja autoestima, desmotivación escolar.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La motivación fue detectada como un factor importante en el aprendizaje de los contenidos temáticos, en ocasiones el hecho de no entender correctamente un tema era causa de desmotivación y déficit de atención durante las clases.</li> </ul>                                                    |
| $X_G$                                            | Elección de profesión errónea.                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se detectó a 6 alumnos que hubieran deseado estudiar otra carrera y los cuales si presentaban problemas con los temas generales de Matemáticas debido al poco gusto por las mismas.</li> </ul>                                                                                                     |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Por otra parte, en la tabla 4.27 se muestra el número de la pregunta del cuestionario y el porcentaje de actitud positiva que tuvieron los encuestados para cada reactivo.

**Tabla 4.27.-** Resultados del porcentaje de actitud muy favorable por reactivo del cuestionario.

| <b>Pregunta conducente a la investigación y a las hipótesis</b> | <b>Resultado de la multiplicación (Cantidad de encuestados) x (puntuación por categoría)</b> | <b>Porcentaje de respuesta "Actitud muy favorable" de cada reactivo.</b> |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>P<sub>1</sub></b>                                            | 264                                                                                          | 80.49%                                                                   |
| <b>P<sub>2</sub></b>                                            | 252                                                                                          | 76.83%                                                                   |
| <b>P<sub>3</sub></b>                                            | 267                                                                                          | 81.40%                                                                   |
| <b>P<sub>4</sub></b>                                            | 134                                                                                          | 40.85%                                                                   |
| <b>P<sub>5</sub></b>                                            | 245                                                                                          | 74.70%                                                                   |
| <b>P<sub>6</sub></b>                                            | 264                                                                                          | 80.49%                                                                   |
| <b>P<sub>7</sub></b>                                            | 243                                                                                          | 74.09%                                                                   |
| <b>P<sub>8</sub></b>                                            | 208                                                                                          | 63.41%                                                                   |
| <b>P<sub>9</sub></b>                                            | 219                                                                                          | 66.77%                                                                   |
| <b>P<sub>10</sub></b>                                           | 251                                                                                          | 76.52%                                                                   |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Por último, en la tabla 4.28 se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo de control y experimental. Específicamente sólo el porcentaje de alumnos que contestó correctamente a cada reactivo. Recordando que cada grupo estaba conformado por 12 alumnos.

**Tabla 4.28.-** Porcentaje de alumnos del grupo experimental y de control que contestó correctamente cada reactivo de la posprueba.

| Número del reactivo de la posprueba | Porcentaje de alumnos que contestó correctamente a cada reactivo |                  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                     | Grupo Experimental                                               | Grupo de Control |
| <b>R<sub>1</sub></b>                | 92%                                                              | 92%              |
| <b>R<sub>2</sub></b>                | 100%                                                             | 100%             |
| <b>R<sub>3</sub></b>                | 100%                                                             | 92%              |
| <b>R<sub>4</sub></b>                | 92%                                                              | 58%              |
| <b>R<sub>5</sub></b>                | 83%                                                              | 67%              |
| <b>R<sub>6</sub></b>                | 58%                                                              | 42%              |
| <b>R<sub>7</sub></b>                | 83%                                                              | 42%              |
| <b>R<sub>8</sub></b>                | 83%                                                              | 50%              |
| <b>R<sub>9</sub></b>                | 58%                                                              | 42%              |
| <b>R<sub>10</sub></b>               | 83%                                                              | 50%              |
| <b>R<sub>11</sub></b>               | 75%                                                              | 33%              |
| <b>R<sub>12</sub></b>               | 92%                                                              | 42%              |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

#### 4.5.1 Reporte de respuestas y comentarios reales representativos

El cuestionario aplicado contó con 10 preguntas y 2 espacios para comentarios y/o sugerencias.

Los espacios para sugerencias se consideraron opcionales, el encuestado podía llenarlo o no según su preferencia. Considerando que el total de

comentarios que se podría haber obtenido era de 168, debido a que los 82 encuestados tenían 2 espacios disponibles para emitir su opinión.

La tasa de respuesta fue de 100/168 representando el 59.52%. Los comentarios reales y representativos se muestran categorizados en la tabla 4.29.

**Tabla 4.29.-** Porcentaje y categorización de los comentarios reales representativos con relación a las variables independientes descritas en el paso 4-A3.

| INDICE DE REPROBACIÓN Variable dependiente: Y |                                                                         | Cantidad de comentarios relacionados | Porcentaje  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| $X_A$                                         | Falta de conocimientos como bases sólidas en la educación preparatoria. | 15                                   | 15%         |
| $X_B$                                         | Falta de conocimientos básicos de Cálculo Diferencial.                  | 20                                   | 20%         |
| $X_C$                                         | Carencia de razonamiento lógico.                                        | 10                                   | 10%         |
| $X_D$                                         | Aspectos económicos.                                                    | 6                                    | 6%          |
| $X_E$                                         | Carencia de metodologías de estudio.                                    | 19                                   | 19%         |
| $X_F$                                         | Mala actitud, baja autoestima, desmotivación escolar.                   | 20                                   | 20%         |
| $X_G$                                         | Elección de profesión errónea.                                          | 10                                   | 10%         |
| <b>Totales</b>                                |                                                                         | <b>100</b>                           | <b>100%</b> |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

En la tabla 4.29 se muestra la cantidad de comentarios en relación con las variables independientes planteadas en el paso 4-A3 del alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral, a su vez, se indica el porcentaje correspondiente de cada categoría, recordando que fueron 100 los comentarios totales hechos por los 82 encuestados.

A continuación se incluyen los 15 comentarios más representativos en relación con las posibles causas que inciden en el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral y tres comentarios positivos en relación a la aplicación de encuestas que permitan determinar qué influye para que los alumnos no aprueben una asignatura.

Comentarios hechos por los estudiantes a los que se les aplicó el cuestionario:

1. "En la educación media superior es necesario implementar las materias de cálculo diferencial e integral independientemente de si el alumno cursa alguna carrera técnico no relacionada a las bases de la ingeniería".
2. "La materia de cálculo integral, no es difícil si se tiene la dedicación y las bases desde la preparatoria. Con esto la materia es más que sencilla".
3. "El cálculo es fundamental y más para abrir tu mente y desarrollar problemas de la vida cotidiana".
4. "De acuerdo ya que sin motivación no dan ganas de estudiar".
5. "No tiene nada que ver los recursos económicos por que el que busca superarse busca la manera de obtener cualquier recurso para seguir".
6. "Estas dos materias en lo particular creo son muy importantes y sería mucho mejor darles más horas para que se pudieran ver los temas un poco más y así se comprendieran bien".
7. "Desmotivación y baja estima en general podría propiciar el abandono de estudios ante la creencia de ser incompetente en materias "difíciles"".
8. "Se pudieran señalar a los alumnos algunas áreas específicas de matemáticas que tuvieran que reforzar antes cursar materias de cálculo".
9. "Creo que para bajar el índice de reprobación en esta materia si es básico haber tenido los conocimientos básicos sobre esta materia ya que con esto tendríamos una idea sobre lo que se mira cuando ingresamos a la universidad".
10. "Si uno no está apto para esta carrera pienso que difícilmente va a pasar las materias"
11. "Es indispensable que el alumno recurra a otras herramientas para obtener más habilidades. Si solo va a clase a escuchar, no es suficiente. Se debe de dar el extra".

12. “Muchos alumnos tienen la capacidad, pero desafortunadamente la baja autoestima (depresión) es un factor para que un alumno baje de calificaciones”.
13. “Los maestros deberían ayudar a los alumnos con técnicas de estudio porque a veces el alumno se siente perdido o no sabe cómo iniciar una sesión de estudio”.
14. “En la prepa no tienen como obligación llevar cálculo general, eso retrasa el conocimiento para los estudiantes al entrar a la universidad”.
15. “Creo que el principal motivo por lo cual reprobamos cálculo integral, es por la falta de conocimientos previos ya sea de matemáticas o de cálculo diferencial”.

Opiniones positivas respecto a la aplicación del cuestionario:

- “Opino que está bien que se estudie el por qué los alumnos reprueban tanto esta materia ya que así se podrían implementar mejoras para el mejor aprendizaje del alumno”.
- “Me parece muy bien la elaboración de encuestas donde podamos compartir nuestra opinión y apoyar de alguna forma con nuestros comentarios a que dediquen más tiempo a derivadas e integrales”.
- “Muy buena decisión recurrir a encuestar a los alumnos con respecto a las materias que nos están produciendo problemas para aprobarlas”.

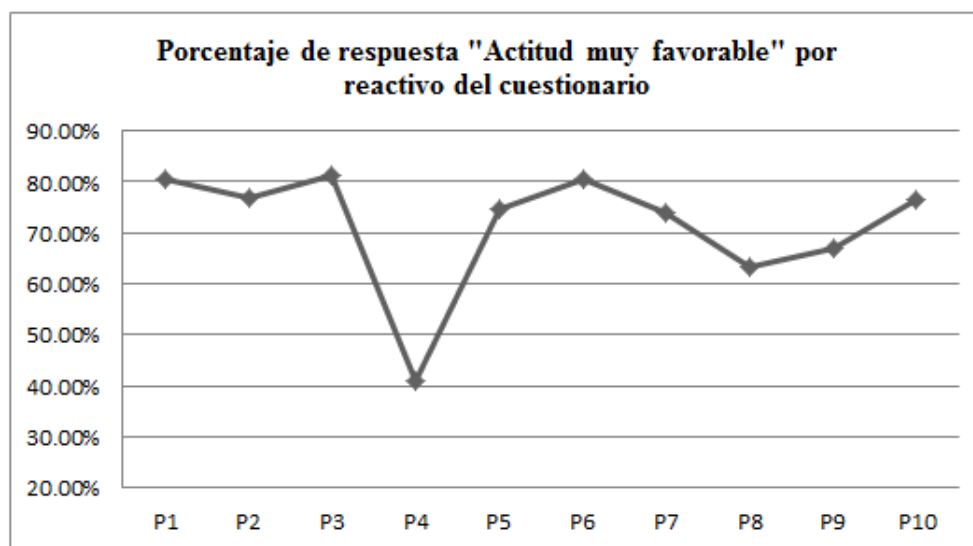
Los comentarios anteriores fueron los más representativos obtenidos del cuestionario aplicado a los 82 estudiantes de segundo y tercer semestre de la FIN Tecate, sobre las causas por las cuales creen que los alumnos presentan alto índice de reprobación en la materia de cálculo integral.

## 4.6. Análisis descriptivo

La primera fase del análisis de cualquier conjunto de datos debe siempre consistir en un estudio descriptivo de los mismo, tanto mediante gráficos, como calculando los principales estadísticos, media, mediana, moda, desviación estándar y otros.

El objeto de la realización de este primer análisis descriptivo de los datos es conocer los valores atípicos presentes en la matriz de datos; definidos como observaciones que muestran inconsistencias con el resto de la distribución.

En la figura 4.12 se muestran los resultados obtenidos del cuestionario que representan sólo el porcentaje de actitud muy favorable obtenido por reactivo.



**Figura 4.12.-** Porcentaje de respuesta “Actitud muy favorable” obtenida por cada reactivo del cuestionario. Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

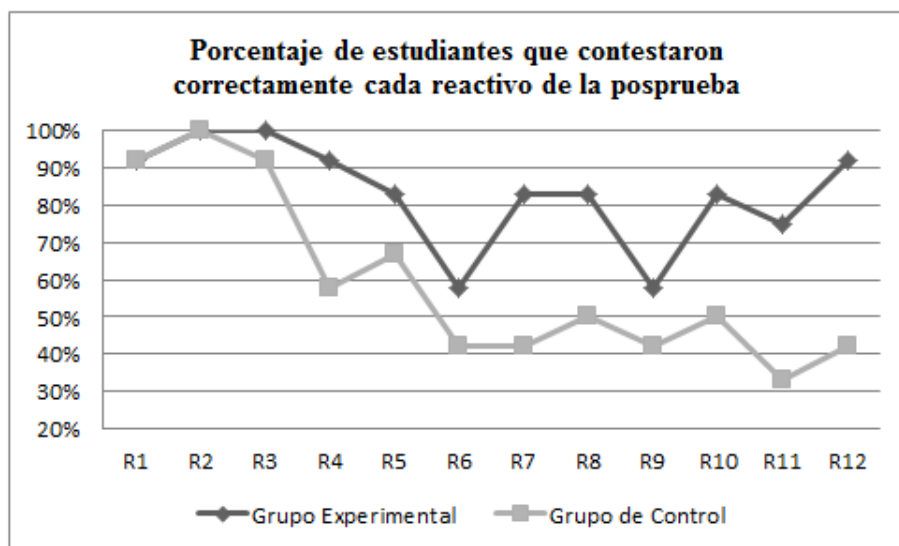
En la tabla 4.30 se muestra las medidas de tendencia central media, mediana, moda y la desviación estándar de los datos presentados en la figura 4.12.

**Tabla 4.30.-** Medidas de tendencia central y desviación estándar del porcentaje de respuesta “Actitud muy favorable” por cada reactivo del cuestionario.

| Estadístico         | Porcentaje |
|---------------------|------------|
| Media               | 72%        |
| Mediana             | 76%        |
| Moda                | 80%        |
| Desviación Estándar | 12%        |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

En la figura 4.13 se muestra el porcentaje de estudiantes tanto del grupo experimental como de control que contestaron correctamente cada reactivo de la posprueba.



**Figura 4.13.-** Porcentaje de estudiantes del grupo experimental y de control que contestaron correctamente los reactivos de la posprueba. Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

En la tabla 4.31 se muestra las medidas de tendencia central media, mediana, moda y la desviación estándar de los datos presentados en la figura 4.13.

**Tabla 4.31.-** Medidas de tendencia central y desviación estándar del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y de control que contestaron correctamente los reactivos de la posprueba.

|                            | Grupo Experimental | Grupo de Control |
|----------------------------|--------------------|------------------|
|                            | Estadístico        | Porcentaje       |
| <b>Media</b>               | 83%                | 59%              |
| <b>Mediana</b>             | 83%                | 50%              |
| <b>Moda</b>                | 83%                | 42%              |
| <b>Desviación Estándar</b> | 14%                | 23%              |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

Se realizó el análisis descriptivo tanto de los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario como de la posprueba, determinando para cada uno la media, mediana, moda y desviación estándar, con la finalidad de verificar la consistencia de los datos y cualquier anomalía entre ellos, que en este caso no la hubo.

## 4.7 Comprobación de hipótesis

En el inicio de esta investigación se formuló una hipótesis que fue:

$H_1$ : La aplicación de una metodología que identifique la causa raíz del problema y proponga soluciones efectivas permanentes, permitirá aumentar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral cursada por alumnos de la FIN Tecate en etapa básica.

Es así como después de haber estudiado bibliografía existente acerca de las metodologías aplicadas con éxito en el sector industrial se identificó como la más idónea la metodología A3, dando por resultado que al adaptar los pasos del 1 al 4-A3 orientó a la generación de una hipótesis alternativa:

$H_a$ : En algunos estudiantes de la FIN Tecate, la falta de conocimientos matemáticos elementales, la falta de motivación para aprender y no contar con

metodologías de estudio adecuadas provoca altos índices de reprobación en la materia de cálculo integral.

La información recopilada mediante la aplicación de los diversos instrumentos, observación, nota de campo, cuestionario y posprueba, fueron analizados con la finalidad de aceptar o rechazar las dos hipótesis, la planteada al inicio de la investigación y la hipótesis que derivó de la implementación de los pasos 1-4-A3 de la metodología A3.

Para este estudio, ambas hipótesis se aceptan, fundamentando esta decisión con base en los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario, y del tratamiento dado al grupo experimental, el cual consistió en la aplicación de la metodología A3 que dio la pauta para determinar las causas que inciden en el alto índice de reprobación y el diseño de un material didáctico para la Unidad III Técnicas de Integración de la materia de cálculo integral, dicho material didáctico brindó una metodología de estudio a los alumnos facilitando la comprensión de los contenidos, resultados que se verificaron con la aplicación de la posprueba y que posteriormente fueron contrastados con los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo de control, el cual no recibió ningún tratamiento.

En seguida se presentan los resultados que sustentan la aceptación de ambas hipótesis:

En la hipótesis dos ( $H_a$ ) planteada después de adaptar los primeros 4 pasos de la metodología A3, se determinaron los siguientes aspectos:

- Carecer de conocimientos matemáticos elementales,
- La falta de motivación para aprender y,
- No contar con metodologías de estudio adecuadas provoca altos índices de reprobación en la materia de cálculo integral.

Si analizamos por separado las causas descritas y los porcentajes que cada una de ellas obtuvo en los resultados de cuestionario obtenemos los datos presentados en la tabla 4.32.

**Tabla 4.32.-** Posibles causas del alto índice de reprobación y porcentaje de “actitud favorable” que se obtuvo en las respuestas del cuestionario.

| <b>Posibles causas planteadas en la <math>H_1</math> de CAUSA</b>                                       | <b>Porcentaje de “actitud favorable” que se obtuvo en los resultados del cuestionario.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carecer de conocimientos matemáticos elementales.</li> </ul>   | <b>88%</b> de los 82 encuestados estuvo de acuerdo con esta causa.                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de motivación para aprender.</li> </ul>               | <b>89%</b> de los 82 encuestados estuvo de acuerdo en esta causa.                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• No contar con estrategias de aprendizaje adecuadas.</li> </ul> | <b>75%</b> de los 82 encuestados estuvo de acuerdo en esta causa.                          |

Fuente: Elaborada por I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez.

En promedio el 85% de los encuestados están de acuerdo con las causas que se plantean en la hipótesis 2 ( $H_a$ ) que se consideran factores que influyen en el alto índice de reprobación de la materia de cálculo integral.

Por otro lado, la hipótesis 1 ( $H_1$ ) planteada al inicio de la investigación se acepta ya que al implementar los pasos de la metodología A3 y al seguirlos de forma adecuada determinamos instrumentos y posibles soluciones tales como: realizar una investigación experimental, aplicar un material didáctico en el grupo experimental y contrastar los resultados con el grupo control.

Para verificar la pertinencia y eficacia del material didáctico, también llamada tratamiento, se aplicó una posprueba para comparar resultados y evaluar si la metodología aplicada tuvo éxito.

El porcentaje de índice de aprobación en la Unidad III Técnicas de Integración de la materia de cálculo integral fue de 83.33% para el grupo experimental y 41.66% para el grupo de control.

Por lo tanto, si la comparación entre las pospruebas de ambos grupos difiere significativamente ( $01 \neq 02$ ), esto nos indica que el tratamiento experimental tuvo un efecto a considerar.

## **4.8 Resumen**

En este capítulo se presentaron los hallazgos encontrados, realizando un análisis cuantitativo y cualitativo de los mismos, mediante la aplicación de los instrumentos de investigación los cuales fueron observación, nota de campo, cuestionario y posprueba. Los resultados fueron presentados mediante el uso de tablas y gráficos que permitieron interpretar de una forma más sencilla todos los datos recopilados. Además, se describió la población de la que se determinó la muestra de 101 estudiantes para la aplicación del cuestionario y 24 estudiantes para los grupos de investigación, 12 alumnos del grupo de control y 12 alumnos del grupo experimental debido a cumplir con las características necesarias para la realización de este estudio.

Igualmente, se determinó el porcentaje de respuesta que se obtuvo de la aplicación del cuestionario, mismo que fue de 93.49%, también se realizó el análisis descriptivo preliminar del porcentaje de “actitud positiva” que logró cada reactivo del cuestionario y del porcentaje de estudiantes del grupo experimental y de control que contestaron correctamente los reactivos de la posprueba, de cada uno se calcularon las medidas de tendencia central y la desviación estándar.

Del análisis preliminar se obtuvo una media de porcentaje de respuesta de “actitud positiva” para cada uno de los reactivos del cuestionario del 72%. Por otro

lado, la media de respuestas correctas del grupo experimental fue de 83% y el grupo de control de 59%.

Con el análisis realizado se verificó la consistencias de la información recabada, es decir, que existiera congruencia entre los datos obtenidos por los diversos instrumentos aplicados, cerciorándonos de que fuera confiable para comprobar y aceptar las dos hipótesis planteadas ( $H_1$  y  $H_a$ ) congruentes a las preguntas conducentes de la investigación y el planteamiento del problema.

## **Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones**

### **5.1 Visión general de la investigación**

Esta investigación de tesis llevó a cabo un estudio experimental, aplicando la Metodología A3 que es utilizada en el entorno industrial. La finalidad de este estudio obedeció a determinar las causas y proponer una posible y factible solución al problema del alto índice de reprobación que los estudiantes de la FIN Tecate muestran en la materia de cálculo integral impartida en el segundo semestre del TCCI perteneciente a la UABC.

### **5.2 Hallazgos no calculados**

No se encontraron hallazgos no calculados o inesperados, la hipótesis planteada al inicio de la investigación fue comprobada siguiendo los pasos de la metodología A3 y el rigor científico, lo que permitió ser congruente en cada uno de los capítulos de este estudio.

### **5.3 Limitaciones no esperadas**

No se encontraron limitantes para realizar esta investigación, se llevó a cabo de manera satisfactoria por parte de la investigadora, gracias a contar con una ruta crítica para la realización de este proyecto y con el planteamiento del problema claramente definido desde el inicio, lo que dio pauta a desarrollar coherentemente todos los pasos que dan validez a los resultados presentados.

## 5.4 Narrativa etnográfica

El mundo cambiante y acelerado en el que vivimos provoca que uno como persona y como profesionista jamás se quede estático, al contrario debemos estar en continuo cambio para lograr ser competitivos. El haber tenido la oportunidad de estudiar la maestría en ingeniería, me dio la pauta para continuar fortaleciendo mis conocimientos en el área industrial, específicamente en calidad y productividad.

A su vez, considero que la realización de esta tesis me permitió aplicar correctamente el método científico, aprendiendo primeramente que no podemos realizar una investigación si no se cuenta con el planteamiento del problema de forma concisa, ya que esto podría provocar encontrar causas que no estén en relación con lo que realmente se desea investigar y por lo tanto, obtener datos no confiables.

Por otra parte, documentarme sobre los diversos enfoques metodológicos me ayudará a la realización de futuras investigaciones, dándoles el rigor científico que estas deben tener para proporcionar sustento a la aceptación o rechazo de las hipótesis que se planteen.

Por otro lado, mi labor docente en la FIN Tecate desde hace seis años, me ha permitido percatarme que en la asignatura de cálculo integral por lo general se tiende a tener alto índice de reprobación, a pesar de los diversos esfuerzos que se han venido haciendo, por tanto, la realización de esta investigación representó para mí un reto muy grande e importante, así como una satisfacción profesional.

Asimismo, tuve la oportunidad de contribuir con mi experiencia profesional tanto en el ámbito ingenieril como educativo, apoyado a su vez en la Maestría en Educación y en la profesión de Ingeniero Industrial, al reforzar ambas áreas del conocimiento y a su vez, combinarlas con la Maestría en Ingeniería, logrando trabajar de forma multidisciplinaria con la finalidad de aportar una solución a la

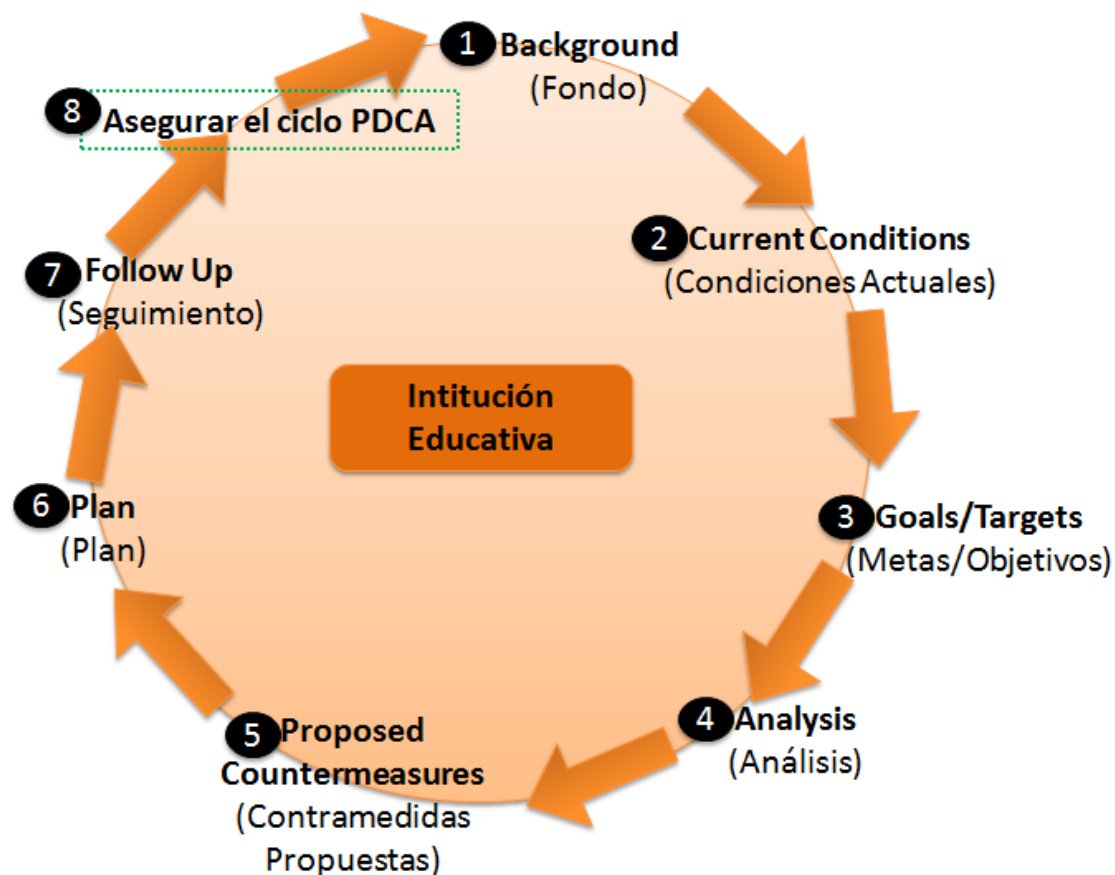
problemática del alto índice de reprobación que se tiene en la materia de cálculo integral.

Por último, me permitió prepararme más, y conseguir incrementar los conocimientos para posteriormente transmitírselos a los estudiantes, ya que el trabajo que se realizó con esta investigación también puede servir de guía para ellos, que para mí representan la razón de ser de mi profesión y un motivo de mejora y actualización constante, ya que ser docente es una responsabilidad muy grande tanto en lo personal como con los estudiantes y con la sociedad.

## **5.5 Conclusiones**

Con los resultados obtenidos en esta investigación se comprobó la hipótesis de que la falta de aplicación de una metodología que identifique en forma apropiada las causas y posibles propuestas de solución incide en el índice de reprobación de la materia de cálculo integral ya que al no considerar todos los aspectos que tienen injerencia en el problema se está más propenso a proponer soluciones no efectivas.

La figura 5.1 muestra el modelo generado que contiene los elementos esenciales de la metodología A3 adecuados al contexto educativo.



**Figura 5.1.-** Modelo propuesto por la I.I. Claudia Lizeth Márquez Martínez para ser utilizado en Instituciones educativas con base a los propuestos por John Shook en Managing to Learn Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead (2008).

El modelo demostró en su aplicación que es una metodología apropiada para determinar las causas reales y seleccionar con base a esto, una solución objetiva y factible que permita aumentar el nivel de aprobación, haciendo énfasis en el punto 8 asegurar el ciclo PDCA que por sus siglas en inglés significa Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) también conocido como ciclo de Deming y sirve como método de mejora continua que es sin duda lo que toda IES debe buscar, estar en constante actualización y mejorar de forma permanente.

## **5.5 Recomendaciones**

Respecto al material didáctico y a la aplicación de la metodología A3, se sugiere dar seguimiento y uso tanto por parte de los docentes próximos a impartir la materia como por los alumnos, con el fin de mejorar los resultados obtenidos en esta investigación y a su vez, aumentar el índice de aprobación de la materia de cálculo integral, ya que esta asignatura es importante para el curso exitoso de semestres posteriores, de ahí la importancia de hacer énfasis en que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para poder aumentar su nivel de aprovechamiento.

Se recomienda para futuras investigaciones en relación al índice de reprobación que se tiene en otras asignaturas considerar la estructura y metodología planteada en la presente tesis.

## Bibliografía

ANFEI. (2003). *XXX Conferencia Nacional de Ingeniería, La eficiencia terminal en los programas de ingeniería*. (párr. 1). Recuperado de:

[http://www.anfei.org.mx/XXX\\_CNI/conclusiones\\_XXX\\_CNI.pdf](http://www.anfei.org.mx/XXX_CNI/conclusiones_XXX_CNI.pdf)

ANUIES (2005-2009). *Anuarios Estadísticos*. Recuperado de:

[http://www.anui.es.mx/servicios/e\\_educacion/index2.php](http://www.anui.es.mx/servicios/e_educacion/index2.php)

ANUIES. (2007). *Retención y deserción en un grupo de instituciones mexicanas de educación superior*. México. (p. 19). Recuperado de:

[http://books.google.com.mx/books?id=d1Scc2gzY\\_gC&pg=PA19&dq=Concepto+de+desercion+escolar&hl=es&sa=X&ei=vNbLT4HYJoT02QXhxaDZCw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q=Concepto%20de%20desercion%20escolar&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=d1Scc2gzY_gC&pg=PA19&dq=Concepto+de+desercion+escolar&hl=es&sa=X&ei=vNbLT4HYJoT02QXhxaDZCw&ved=0CDYQ6AEwAA#v=onepage&q=Concepto%20de%20desercion%20escolar&f=false)

ANUIES. (s.f.). *Los factores curriculares y académicos relacionados con el abandono y el rezago*. Recuperado de:

[http://www.anui.es.mx/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib64/7.html](http://www.anui.es.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib64/7.html).

Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. México, D. F: McGraw Hill.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá Colombia: PEARSON.

Cárdenas, R. (1999). *CÓMO LOGRAR LA CALIDAD EN BIENES Y SERVICIOS*. México, D.F: Lirnusa.

Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*.

España: PROFIT. Recuperado de: [http://books.google.com.mx/books?id=V7M9J-6LGhoC&pg=PA365&lpg=PA365&dq=Metodologia+A3&source=bl&ots=LQ8JBXDH09&sig=COO\\_ALRpxWzZ0mUd7Vnv\\_t20w5l&hl=es&sa=X&ei=PoJXUaqmGYLKiwLVhYEY&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q=Metodologia%20A3&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=V7M9J-6LGhoC&pg=PA365&lpg=PA365&dq=Metodologia+A3&source=bl&ots=LQ8JBXDH09&sig=COO_ALRpxWzZ0mUd7Vnv_t20w5l&hl=es&sa=X&ei=PoJXUaqmGYLKiwLVhYEY&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q=Metodologia%20A3&f=false)

Definición de Tronco Comunes. (s.f.). Recuperado de:

[http://www.uabc.mx/formacionbasica/guiac/historia\\_%20troncoscomunes.htm](http://www.uabc.mx/formacionbasica/guiac/historia_%20troncoscomunes.htm)

Delgado, X. (2009). *Manual de Instrucciones y de lecturas para la materia de "Evaluación Tradicional"*. Tijuana B.C.: CETYS UNIVERSIDAD.

Deserción. (s.f.). Definición tomada del Glosario de términos de ANUIES.

Recuperado de:

[http://www.anui.es.mx/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib64/10.html](http://www.anui.es.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib64/10.html)

ENLACE. Información tomada de un archivo en Excel proporcionado en la página oficial de la prueba ENLACE, de las estadísticas de resultados 2011, en la sección resultados nacionales por modalidad. Recuperado de:

[http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/estadisticas\\_de\\_resultados/](http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/estadisticas_de_resultados/)

Escalante, E. (2008). *Introducción. Seis-Sigma: Metodología y técnicas* (pp.17, 19-21). Editorial Limusa. Recuperado de:

<http://books.google.com.mx/books?id=viHl0ibn9c4C&printsec=frontcover&dq=metodolog%C3%ADa+six+sigma&hl=es&sa=X&ei=GR3OT9aclayE2QXimu21DA&ved=0CDgQ6AEwAA#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20six%20sigma&f=false>

GLOSARIO DE TÉRMINOS AFINES A LA TEMÁTICA DE TUTORÍA, Índice de reprobación. Recuperado de:

[http://www.anui.es.mx/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib42/123.htm](http://www.anui.es.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib42/123.htm)

Gómez, R. Moliné, J. & Barbany A. (2005). CALIDAD. España: LEXUS.

González, M., Torrubiano, J. & Muñoz, I. (s.f). *Cómo mejorar la gestión de los recursos y de los equipos aplicando la filosofía Lean*. Recuperado de:

[http://www.galgano.es/lmbinaries/pdf7802\\_pdf.pdf](http://www.galgano.es/lmbinaries/pdf7802_pdf.pdf)

Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California. (2010). “3. Filosofía educativa,” (párr. 4). Recuperado de:

<http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/guiametodol%F3gica.pdf>

Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California. (2010). “6.3 Evaluación colegiada del aprendizaje,” párr. 2, 4. Recuperado de:

<http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/guiametodol%F3gica.pdf>

Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México D, F: McGraw Hill.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2010). Recuperado de:

<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P>

Informe Nacional sobre la Educación Superior en México. (2003). (p. 28, 39, 43-44).

Shook, J. (2008). *Managing to Learn. Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead*. The Lean Enterprise Institute Cambridge, MA, USA.

Jiménez, V. Torrubiano, J. & Muñoz, I. (s.f). *Metodología LEAN en la Sanidad. Aplicación práctica. Aplicación y uso del Sistema Kanban para lograr la eficiencia en reposición de subalmacenes* pp.54-60. Recuperado de:

<http://fhcalahorra.com/files/doc/ForumCalidad209-10Kanban.pdf>

Lockyer, K. (1988). *LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL su administración*. México D.F: Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

Montiel Ayala, E. (2008). *Implementación de la Metodología 8 Disciplinas en la Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate* (Tesis de maestría). Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate, Tecate Baja California.

Namakforoosh, M. (2011). *Metodología de la Investigación*. México D, F: LIMUSA.

Pimienta, J. (2005). *METODOLOGÍA CONSTRUCTIVISTA*. Guía para la planeación docente. México D.F: Prentice Hall.

Plan de Desarrollo de la Facultad de Ingeniería y Negocios Unidad Tecate. (2011-2014). Misión de la Facultad de Ingeniería y Negocios Unidad Tecate (FIN Tecate) perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Principales cifras ciclo escolar. (2010-2011). (pp.145-147). Recuperado de:  
[http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/1899/2/images/principales\\_cifras\\_2010\\_2011.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/1899/2/images/principales_cifras_2010_2011.pdf)

Programa Nacional de Educación. (2001-2006). p. 183. Recuperado de:  
<http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Mexico/Mexico%20Programa%20nacional%20de%20educacion%202001-2006.pdf>

Recomendaciones dadas por la ANUIES. Recuperado de:  
[http://www.anuies.mx/servicios/d\\_estrategicos/libros/lib64/9.html](http://www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/libros/lib64/9.html)

Resultados de la prueba PISA de la OCDE. (2011). (pp. 61-62). Recuperado de:  
[http://estepais.com/site/wp-content/uploads/2011/01/17\\_fep\\_resultadospisa\\_237.pdf](http://estepais.com/site/wp-content/uploads/2011/01/17_fep_resultadospisa_237.pdf)

Resultados ENLACE, (2011). (p.20). Recuperado de:  
[http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2011/ENLACE2011\\_versionFinalSEP.pdf](http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2011/ENLACE2011_versionFinalSEP.pdf)

Rodolfo Tuirán. (s. f). *El desafío de universalizar la educación superior*. (p. 1).

Recuperado de:

<http://ses.sep.gob.mx/work/sites/ses/resources/PDFContent/2342/RTUIRAN-De%20la%20A%20a%20la%20Z.pdf>

Rodolfo Tuirán. (s. f). *La educación superior en México: avances, rezagos y retos*.

(p. 5). Recuperado de:

[http://168.255.254.136/work/sites/ses/resources/PDFContent/2198/VF-CAMPUS\\_MILENIO%5B1%5D.pdf](http://168.255.254.136/work/sites/ses/resources/PDFContent/2198/VF-CAMPUS_MILENIO%5B1%5D.pdf)

Secretaría de Educación Pública (SEP), página oficial de la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE). Recuperado de:

[http://www.enlace.sep.gob.mx/que\\_es\\_enlace/](http://www.enlace.sep.gob.mx/que_es_enlace/)

Sitio oficial de la Reforma Integral de la Educación básica. Recuperado de:

<http://basica.sep.gob.mx/reformaintegral/sitio/index.php?act=rieb>

Socconini, L. (2008). *LEAN MANUFACTURING*. México D.F: GRUPO EDITORIAL NORMA.

Solaiza Guevara, E. (2010). *"Diseñar e implementar un programa de estudio basado en círculos de calidad para disminuir el alto índice de reprobación en el tronco común de la Facultad de Ingeniería y Negocios de la Universidad Autónoma de Baja California"*. (Tesis de maestría). Facultad de Ingeniería y Negocios, Unidad Tecate, Tecate Baja California.

Torrubiano, J. & Muñoz, I. (s.f). *Metodología LEAN en la Sanidad. Construcción del pensamiento Lean Técnicas y herramientas*. pp.47-50. Recuperado de:

[http://www.galgano.es/lmbinaries/pdf7768\\_pdf.pdf](http://www.galgano.es/lmbinaries/pdf7768_pdf.pdf)

Vidal, R. (2009) ¿Enlace, Exani, Excale o PISA? Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (Ceneval). p. 5.

Vries, León, Romero & Hernández. (2011). *¿Desertores o decepcionados? Distintas causas para abandonar los estudios universitarios*, Revista de la educación superior, XL (4), 160, 33-34. Recuperado de:  
<http://publicaciones.anuies.mx/revista/160/1/3/es/desertores-o-decepcionados-distintas-causas-para-abandonar-los>

Zapata, O. (2005). *Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas*. Editorial Pax México, Librería Carlos Cesarman S.A. Recuperado de:  
[http://books.google.com.mx/books?id=i339\\_F3C1RIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=i339_F3C1RIC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)

**THEME: (TEMA) “ELEVAR EL ÍNDICE DE APROBACIÓN DE LA MATERIA DE CÁLCULO INTEGRAL” FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS, UNIDAD TECATE, UABC**

**1. Background:** (Fondo) en un análisis inicial de tipo estadístico de los resultados obtenidos en un periodo que abarco 3 años, febrero de 2009 a febrero de 2011, se observa que 102 de 207 estudiantes no aprobaron la materia de cálculo integral, lo que representa el 49% de reprobación.

**2. Current Condition:** (Condiciones Actuales) Durante el semestre 2013-1 se contó con 3 grupos que cursaron en el segundo semestre la materia de cálculo integral con un total de 73 alumnos tanto del turno matutino como vespertino, de donde se determinó la muestra de 24 estudiantes que representó el 32.87% de la población total posible a ser seleccionada. Esta muestra fue determinada dadas las condiciones de este estudio y a la oferta existente de la asignatura en el periodo de febrero a mayo de 2013.

**3. Goals/Targets:**  
(Metas/Objetivos)

- Elevar en un 30% el índice de aprobación de la materia de cálculo integral.
- Diseñar e implementar los instrumentos necesarios que permitan la recolección de datos dirigidos a la posible solución del problema planteado.
- Apoyar en el seguimiento de otras investigaciones con fines similares y servir de base para la implementación en otras asignaturas que también presentan alto índice de reprobación.

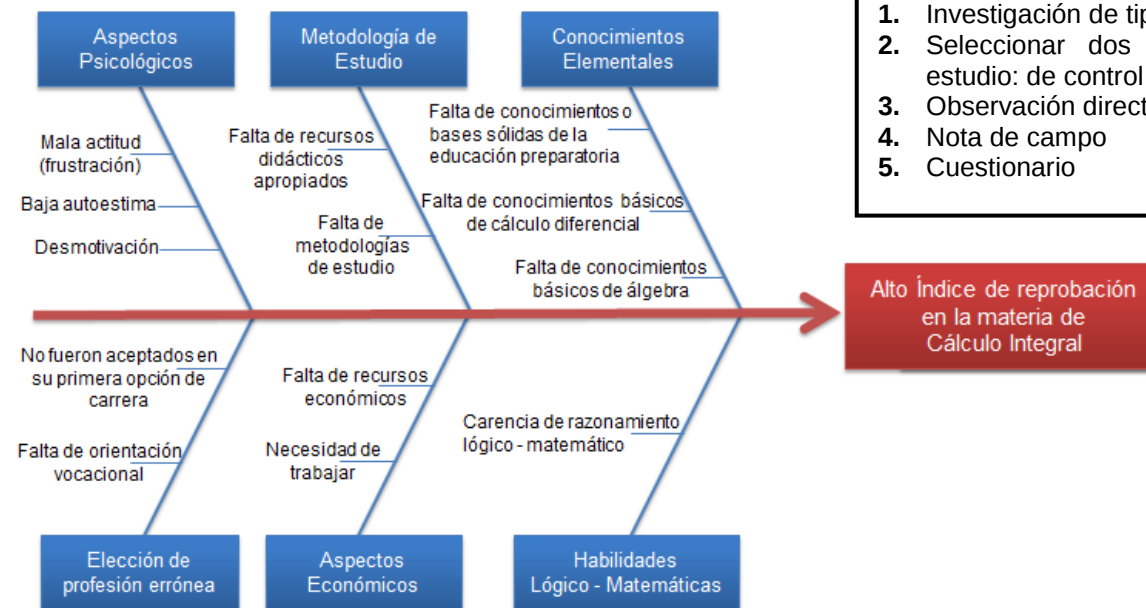
**ANEXO 1. REPORTE A3  
TESIS MAESTRÍA EN INGENIERÍA  
I.I Claudia Lizeth Márquez Martínez**

To (a): FIN TECATE  
By (por): **CLAUDIA MÁRQUEZ**  
Date (fecha): Julio/2013

**4. Analysis:**(Análisis) el siguiente diagrama de Ishikawa muestra de forma visual las posibles causas y consecuencias que dan lugar al alto índice de reprobación.

Ha: En algunos estudiantes de la FIN Tecate, la falta de conocimientos matemáticos elementales, la falta de motivación para aprender y no contar con metodologías de estudio adecuadas provoca altos índices de reprobación en la materia de cálculo integral.

**Diagrama de Ishikawa**



**5. Proposed Countermeasures:**  
(Contramedidas Propuestas)

1. Investigación de tipo mixta
2. Seleccionar dos grupos para el estudio: de control y experimental
3. Observación directa y participante
4. Nota de campo
5. Cuestionario

**6. Plan: (Plan)**

|                 | FEB |   |   |   | MAR |   |   |   | ABR |   |   |   |
|-----------------|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|
| CONTRAMEDIDA    | 1   | 2 | 3 | 4 | 1   | 2 | 3 | 4 | 1   | 2 | 3 | 4 |
| 1 OBSERVACIÓN   |     |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| 2 NOTA DE CAMPO |     |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |
| 3 CUESTIONARIO  |     |   |   |   |     |   |   |   |     |   |   |   |

■ Aplicación y recopilación de datos  
■ Análisis de resultados

**7. Follow Up:**  
(Seguimiento)

El 85% de los encuestados están de acuerdo con las causas que se plantean en la hipótesis.

| Porcentaje del índice de aprobación |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Unidad III. Técnicas de Integración |               |
| RESULTADOS DE LA POSPRUEBA          |               |
| Grupo Experimental                  | Grupo Control |
| 83.33%                              | 41.66%        |

**ANEXO 2. Cuestionario**  
**TESIS MAESTRÍA EN INGENIERÍA**  
**I.I Claudia Lizeth Márquez Martínez**

---

Buenos días (tardes):

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis profesional que pretende implementar la Metodología A3 aplicada con éxito en la industria al ámbito educativo, misma que nos ayudará a determinar las causas probables por las cuales los estudiantes presentan alto índice de reprobación y bajo rendimiento académico en la materia de Cálculo Integral.

Quisiéramos pedir tu ayuda para que contestes algunas preguntas que no llevarán mucho tiempo. Las respuestas serán confidenciales y anónimas. No hay preguntas delicadas.

Las personas que fueron seleccionadas para el estudio no se eligieron por su nombre sino por el hecho de estar cursando o haber cursado la materia de Cálculo Integral.

Las opiniones de todos los encuestados serán sumadas e incluidas en la tesis profesional, pero nunca se comunicarán datos individuales.

Te pedimos que contestes este cuestionario con la mayor sinceridad posible. No hay respuestas correctas ni incorrectas.

Lee cada pregunta cuidadosamente y de ser posible agrega un comentario al final de cada pregunta o al final del cuestionario.

Muchas gracias por tu colaboración.

**Instrucciones:**

Todas las preguntas tienen cuatro opciones de respuesta y dos espacios para comentarios.

Elija la opción que mejor describa lo que piensa usted. Solamente seleccione una opción. No hay respuestas correctas e incorrectas. Éstas simplemente reflejan su opinión personal.

Marque la opción, si no puede contestar una pregunta o si la pregunta no tiene sentido para usted, por favor pregúntele a la persona que le entregó este cuestionario y le explicó la importancia de su participación.

## **Confidencialidad**

Sus preguntas serán anónimas y absolutamente confidenciales.

De antemano: **¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

## **Preguntas:**

1. La falta de conocimientos como bases sólidas de la educación preparatoria genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
2. La falta de conocimientos básicos de Cálculo Diferencial principalmente “derivadas” genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
3. Carecer de un razonamiento lógico matemático provoca un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
4. La falta de recursos económicos incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
5. No contar con una metodología de estudio genera un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
6. La mala actitud como una baja autoestima, o desmotivación en los estudiantes propicia un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo

7. La elección de una profesión errónea será un detonante en el alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
8. La falta de recursos didácticos apropiados lleva a un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
9. Las bajas estudiantiles se originan por un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo
10. El bajo aprovechamiento incide en un alto índice de reprobación en la materia de Cálculo Integral:  
a) Totalmente de acuerdo   b) De acuerdo   c) En desacuerdo   d) Totalmente en desacuerdo

**COMENTARIOS:**

**ANEXO 3. POSPRUEBA**  
**TESIS MAESTRÍA EN INGENIERÍA**  
**I.I Claudia Lizeth Márquez Martínez**



**Universidad Autónoma de Baja California**



**Facultad de Ingeniería y Negocios**

3er. Examen Parcial – Cálculo Integral

Nombre: \_\_\_\_\_  
Matrícula: \_\_\_\_\_  
Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**\* Antes de empezar la evaluación lee las instrucciones, para evitar errores.**

**I. Lee las preguntas de la 1-4 y subraya la respuesta que consideres correcta.**

1. Para la integral  $\int \frac{(x^2 + 2)}{x + \sqrt{x^2 - 9}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**(Valor: 0.25 puntos)**

- a)  $x = 3\sec\theta$                       b)  $x = 9\sec\theta$                       c)  $x = 9\sec\theta$                       d)  $x = 3\sec\theta$

2. Para la integral  $\int \frac{x^5 dx}{1 + \sqrt{3 + x^2}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**(Valor: 0.25 puntos)**

- a)  $x = \sqrt{3}\sec\theta$                       b)  $x = 3\sec\theta$                       c)  $x = \sqrt{3}\sec\theta$                       d)  $x = 3\sec\theta$

3. Para la integral  $\int \frac{x^3 dx}{3 + \sqrt{16 - x^2}} dx$  ¿Cuál sustitución de  $x$  es la más apropiada?

**(Valor: 0.25 puntos)**

- a)  $x = 4\sec\theta$                       b)  $x = 4\sec\theta$                       c)  $x = 4\sec\theta$                       d)  $x = 16\sec\theta$

4. La descomposición en fracciones parciales de la integral  $\int \frac{(x^2 + 7x + 1)}{(x + 2)^2(2x + 1)} dx$  es:

**(Valor: 0.25 puntos)**

a)  $\int \frac{A dx}{(x+2)^2} + \int \frac{B dx}{(2x+1)}$     b)  $\int \frac{A dx}{(x+2)} + \int \frac{B dx}{(x+2)^2} + \int \frac{C dx}{(2x+1)}$     c)  $\int \frac{Ax+B dx}{(x+2)^2} + \int \frac{C dx}{(2x+1)}$   
d)  $\int \frac{A+B dx}{(x+2)} + \int \frac{C dx}{(x+2)^2} + \int \frac{D dx}{(2x+1)}$

5. ¿Cuál sería el triángulo correspondiente para resolver cada integral propuesta en las preguntas 1, 2 y 3? **Dibujar los tres triángulos.** (Valor: 0.5)

6. ¿Cuál es el valor de B para la siguiente integral?: (Valor: 0.5 puntos)

$$\int \frac{6x^2 - 14x - 27}{(x+2)(x-3)^2} dx = \int \frac{A}{(x+2)} dx + \int \frac{B}{(x-3)} dx + \int \frac{C}{(x-3)^2} dx$$

II. Evalúe las siguientes integrales por la técnica de integración que considere pertinente.

|                                                               |                                                               |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| a) $\int e^{\alpha x} \cos \beta x dx$<br>(Valor: 2.0 puntos) | d) $\int \sqrt[5]{\cot x} \csc^2 x dx$<br>(Valor: 0.5 puntos) |
| b) $\int \tan^4 2x \sec^4 2x dx$<br>(Valor: 1.5 puntos)       | e) $\int \sqrt[3]{x} \ln^2 x dx$<br>(Valor: 2.0 puntos)       |
| c) $\int x^3 e^{-x^2} dx$<br>(Valor: 1.0 punto)               | f) $\int \sin^7 x \cos^3 x dx$<br>(Valor: 1.0 punto)          |