



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

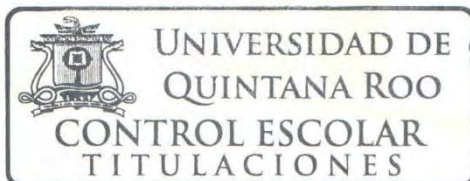
DESARROLLO DE VIDEOS TUTORIALES COMO APOYO PARA EL APRENDIZAJE DE LAS ECUACIONES DIFERENCIALES DE PRIMER ORDEN

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

PRESENTA
ING. ELIEZER DEL JESÚS CASADO RAMÍREZ

DIRECTOR
DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR

ASESORES
MTI. MELISSA BLANQUETO ESTRADA
DR. JAIME DIONISIO CUEVAS DOMÍNGUEZ
DR. VÍCTOR HUGO DE JESÚS SOBERANIS CRUZ
M.C.M. LUIS MAURICIO MONTES DE OCA MENA



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE TESIS
BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE
MAESTRÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE:
MAESTRO EN ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:

DR. JAIME SILVERIO ORTEGÓN AGUILAR

ASESORA:

MTI. MELISSA BLANQUETO ESTRADA

ASESOR:

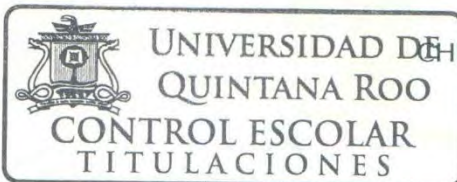
DR. JAIME DIONISIO CUEVAS DOMÍNGUEZ

ASESOR:

DR. VÍCTOR HUGO DE JESÚS SOBERANIS CRUZ

ASESOR:

M.C.M. LUIS MAURICIO MONTES DE OCA MENA



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2018.



Agradecimientos

A Dios

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme lograr una meta más de mi vida.

A mis padres

Agradezco sus consejos y palabras de aliento, me han ayudado a crecer como persona y a luchar por mis metas, gracias por haber cimentado en mi los valores que me han permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos

Agradezco su apoyo motivacional que me dan para lograr los objetivos de mi vida y sobre todo por estar ahí en esos momentos cuando se requieren sus palabras de aliento para salir adelante.

A mi esposa e hijo

Gracias por la motivación que me dan para seguir adelante para cumplir mis metas y sobre todo por su apoyo para lograr este trabajo de tesis.

A mi asesor

Agradezco de manera muy especial al Dr. Jaime Silverio Ortegón Aguilar por su apoyo incondicional y orientación para el logro de este trabajo de tesis.

Resumen

Las ecuaciones diferenciales (EDO), en particular las de primer orden, son muy importantes en las matemáticas. Ya que a través de ellas se modelan numerosos fenómenos o procesos de la vida real. En particular, para la industria alimentaria, se modelan procesos de crecimiento de bacterias, mezcla de fluidos, variaciones en la temperatura, entre otros. Se ha observado que los estudiantes mecanizan ciertos procedimientos para resolver una ecuación diferencial de primer orden, pero nunca logran plantear la ecuación y obtener su solución, a partir de que se les proporciona información sobre la variación de cantidades variables de una situación real, solamente memorizan las soluciones propuestas en diversas fuentes bibliográficas.

Este trabajo aborda el desarrollo de siete videos tutoriales de apoyo para el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales (EDO) de primer orden, y con ello reducir el índice de reprobación y el bajo aprovechamiento escolar en la asignatura de ecuaciones diferenciales, en estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega.

Después de analizar el material disponible en el sitio web YouTube, se diseñaron los videos que se proponen en este trabajo. Posteriormente, el material que se elaboró fue implementado y evaluado en colaboración de los estudiantes del tercer semestre de la Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega.

Adicionalmente, se diseñaron seis cuestionarios que fueron los instrumentos de recolección de datos para medir el aprendizaje de los estudiantes en el área de EDO; los cuestionarios se aplicaron durante el desarrollo de siete sesiones de clases. Los contenidos de los cuestionarios se describen a continuación:

1. Un problema de modelado y diez ejercicios de derivada de funciones algebraicas;
2. Dos problemas de modelación matemáticas;
3. Diez ejercicios de integrales de funciones algebraicas;
4. Un ejercicio de clasificación de diez EDO según su tipo, orden, grado y linealidad;

5. Diez ejercicios de EDO de primer orden por el método de separación de variable;
6. Tres problemas de aplicación.

Los cuestionarios se aplicaron a dos grupos de control llamados grupo A y grupo B, donde en las primeras cuatro sesiones en ambos grupos se impartieron clases en forma de seminario, es decir, el docente es quien expone, explica los temas y propone ejemplos; sin embargo, en la 3 últimas sesiones: en el grupo A se implementaron los videos tutoriales que abordaron los temas de teoría preliminar de EDO, su solución por el método de separación de variable y aplicación, mientras en el grupo B las clases continuaron de la manera tradicional. Durante el análisis de los resultados, se presentaron diferencias significativas entre los dos grupos.

Al finalizar las siete sesiones de clases, se aplicó a los estudiantes del grupo A una encuesta de satisfacción sobre la implementación de los videos tutoriales en clases; de esta encuesta, se concluye que existe una motivación adicional al saber que profesores y compañeros han participado en la elaboración de los videos.

Tabla de contenido

Resumen	i
Capítulo 1. Problema de investigación	1
1.1 Introducción	1
1.2 Problema.....	1
1.3 Antecedentes	2
1.4 Justificación.....	4
1.5 Objetivo general	6
1.5.1 Objetivos particulares	6
Capítulo 2. Marco Teórico	7
2.1 Las ecuaciones diferenciales y su enseñanza-aprendizaje	7
2.2. El aprendizaje	10
2.2.1 El aprendizaje multimedia	10
2.2.2 El aprendizaje efectivo.....	12
2.2.3 El aprendizaje semiótico	18
2.3 El video	20
2.3.1 ¿Qué es el video?	20
2.3.2 Uso del video	20
2.3.3 Tipos de video educativos.....	23
2.3.4 Elaboración de un video educativo.....	25
2.4 Las redes sociales en la educación	32
Capítulo 3. Metodología de la Investigación	37
3.1 Contexto de la investigación.....	37
3.2 Descripción de la población	37
3.3 Descripción de la muestra	37
3.4 Descripción general del curso	37
3.5 Desarrollo de la investigación.....	38
3.5.1 Revisión de bibliografía.	38
3.5.2 Analizar las características de los videos tutoriales disponibles en la web.....	38
3.5.3 Diseño de instrumentos.....	40
3.5.4 Implementación de actividades	41
3.5.5 Analisis e interpretación de resultados	43
Capítulo 4. Los videos para la enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.....	44
4.1 La pre-producción.....	44
4.1.1 Definición del tema y formulación de los objetivos.....	44
4.1.2 Elaboración del guión.	45
4.1.3 Planificación de la producción:.....	53
4.2 La producción.....	54
4.3 La post- producción.....	55

4.4 Difusión de los videos	56
Capítulo 5. Análisis de resultados	58
5.1 Análisis de las actividades de aprendizaje aplicadas al grupo A.	58
5.1.1 Primera sesión	58
5.1.2 Segunda sesión	62
5.1.3 Tercera sesión	62
5.1.4 Cuarta sesión.....	64
5.1.5 Quinta sesión (Implementación de videos tutoriales.)	66
5.1.6 Sexta sesión (Implementación de videos tutoriales.).....	68
5.1.7 Séptima sesión (Implementación de videos tutoriales.)	71
5.2 Análisis de las actividades de aprendizaje aplicadas al grupo B.....	75
5.2.1 Primera sesión, aplicación del cuestionario # 1	75
5.2.2 Segunda sesión	76
5.2.3 Tercera sesión	77
5.2.4 Cuarta sesión	78
5.2.5 Quinta sesión	79
5.2.6 Sexta sesión.....	81
5.2.7 Séptima sesión	82
5.3 Análisis de la opinión de los estudiantes sobre los videos tutoriales	83
5.4 Participación de los estudiantes	86
Capítulo 6. Conclusiones	89
Bibliografía	91
Anexo A. Cuestionario 1	96
Anexo B. Cuestionario 2	97
Anexo C. Cuestionario 3	98
Anexo D. Cuestionario 4	99
Anexo E. Cuestionario 5.....	100
Anexo F. Cuestionario 6.....	101
Anexo G. Tabla de derivadas.....	102
Anexo H. Tabla de integrales.....	103
Anexo I. Encuesta de satisfacción	104

Índice de tablas

Tabla 1. Calificaciones finales de estudiantes en la unidad 1 de la asignatura de EDO	5
Tabla 2. Calificaciones de estudiantes en examen de EDO	5
Tabla 3. Equipos sugeridos para la elaboración de un video	27
Tabla 4. Planos, ángulos visuales, tomas y movimientos de la cámara	28
Tabla 5. Aplicaciones para computadoras o móviles para edición de videos	31

Índice de figuras

Figura 1. Las cualidades de los conocimientos previos	13
Figura 2. Impacto de la valoración y expectativas en el aprendizaje y desempeño.....	15
Figura 3. Elementos del dominio o maestría	16
Figura 4. Efecto interactivo del desarrollo estudiantil y el clima del curso sobre el aprendizaje.....	17
Figura 5. Ciclo del aprendizaje auto-dirigido	18
Figura 6. Elementos para una toma de video.....	28
Figura 7. Medios de difusión de material audiovisual.....	33
Figura 8. Escenario uso de pizarrón.....	39
Figura 9. Escenario uso de libreta u hoja blanca	39
Figura 10. Escenario uso de programas informáticos	40
Figura 11. Resultados de los estudiantes en los 2 problemas del cuestionario 1.....	59
Figura 12. Ejemplos de errores en problema 1 del cuestionario 1	60
Figura 13. Ejemplos de errores en problema 2 del cuestionario 1	60
Figura 14. Resultado de los estudiantes en los ejercicios de deriva del cuestionario.....	61
Figura 15. Ejemplos de errores en ejercicios 5,7 y 8 del cuestionario 1	62
Figura 16. Actividades de la tercera sesión.....	63
Figura 17. Resultados de los estudiantes en el cuestionario 2	63
Figura 18. Ejemplos de errores en ejercicios 5,6 y 9 del cuestionario 3	64
Figura 19. Resultados de los estudiantes la solución de integrales directas del cuestionario 3.....	65
Figura 20. Ejemplos de errores en ejercicios 5,6 y 9 del cuestionario 3	66

Figura 21. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su tipo.....	67
Figura 22. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su orden	67
Figura 23. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su grado	68
Figura 24. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su linealidad	68
Figura 25. Resultados de los estudiantes en los ejercicios del cuestionario 5.....	69
Figura 26. Ejemplos de errores en ejercicios 1 a 3 del cuestionario 5	69
Figura 27. Ejemplos de errores en ejercicios 4, 5 y 10 del cuestionario 5	70
Figura 28. Ejemplos de errores en ejercicios 6 a 9 del cuestionario 5	71
Figura 29. Resultados de los estudiantes en los problemas del cuestionario 6	72
Figura 30. Ejemplos de errores en el problema 1 del cuestionario 6	73
Figura 31. Ejemplos de errores en el problema 2 del cuestionario 6	74
Figura 32. Ejemplos de errores en el problema 3 del cuestionario 6	75
Figura 33. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 1	75
Figura 34. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 1	76
Figura 35. Actividades de la tercera sesión.....	77
Figura 36. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 2.	78
Figura 37. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupos A y B en los ejercicios del cuestionario 3	79
Figura 38. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su tipo.....	80
Figura 39. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su orden	80
Figura 40. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su grado	81
Figura 41. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su linealidad	81
Figura 42. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los ejercicios del cuestionario 5	82

Figura 43. Resultados de los estudiantes del grupo A y B que resolvieron correctamente los problemas del cuestionario 6.....	83
Figura 44. Respuesta de los estudiantes de la pregunta 1-5.....	85
Figura 45. Respuesta de los estudiantes de la pregunta 6-10.....	85
Figura 46. Estudiantes participantes en los videos tutoriales.....	87
Figura 47. Comentarios de estudiantes sobre los videos.....	88

Capítulo 1. Problema de investigación

1.1 Introducción

Las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), en particular las de primer orden, son muy importantes en las matemáticas. A través de ellas, se modelan numerosos fenómenos o procesos de la vida real, como el intercambio de temperatura o la mezcla de fluidos. En particular, las EDO tienen numerosas aplicaciones a la ciencia y a la ingeniería, de modo que los esfuerzos de los científicos se dirigieron, en un principio, a la búsqueda de métodos de resolución y de expresión de las soluciones en forma adecuada.

En general, cuando un modelo matemático está formulado con base en la razón de cambio de una variable con respecto a otra, las ecuaciones diferenciales aparecen. En las ciencias y la ingeniería, se desarrollan modelos matemáticos para comprender mejor los fenómenos físicos, con frecuencia, estos modelos producen una ecuación que contiene derivadas de una función incógnita, y con ello se obtiene una Ecuación Diferencial.

Debido a la necesidad e importancia que tienen las ecuaciones diferenciales, como previamente se mencionó, el objetivo de este trabajo es elaborar e implementar videos tutoriales como apoyo para el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden.

1.2 Problema

El curso inicial de ecuaciones diferenciales tiene un papel significativo en la formación matemática de los estudiantes de nivel superior. Este curso proporciona a los estudiantes instrumentos que les permiten obtener funciones que modelan situaciones en contextos no matemáticos partiendo de conocer aspectos de la situación relacionados con su rapidez de variación y algunos valores particulares de las variables que intervienen.

Por lo general, los cursos relacionados incluyen la definición de EDO, definición de solución de una EDO, tipos de ecuaciones, teoremas relacionados con la

existencia, y no existencia, de soluciones y de su multiplicidad, métodos para obtener las soluciones, entre otros tópicos. La metodología, que siguen ciertos cursos sobre Ecuaciones Diferenciales, suele ser metódica y rigurosa, en el sentido de que no existe una interacción entre el aprendizaje del estudiante y la enseñanza del profesor. Por lo regular, cuando se consideran las aplicaciones en un curso de EDO, únicamente, se procede a resolver la ecuación diferencial asociada a la situación y no se explica el impacto de la solución en su contexto, es decir, no se discute sobre la importancia o implementación misma.

Se ha observado que los estudiantes mecanizan ciertos procedimientos para resolver una ecuación diferencial de primer orden, pero nunca logran plantear la ecuación y obtener su solución, a partir de que se les proporciona información sobre la variación de cantidades variables de una situación real, solamente memorizan las soluciones propuestas en diversas fuentes bibliográficas.

De la literatura revisada, se puede decir que, es posible abordar la enseñanza de las EDO desde dos perspectivas: la tradicional y las que utilizan Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's). En la primera perspectiva, el alumno se enfoca a encontrar la solución de la EDO de manera algebraica en contextos matemáticos, lo cual lleva al alumno a una memorización de la resolución de una EDO; en la segunda perspectiva, se plantea la ventaja de trabajar las soluciones de las EDO desde los métodos geométricos o numéricos con la ayuda de las TIC's, ya sea por el uso de software o calculadoras graficadoras, donde el alumno analiza las trayectorias de los campos de dirección para encontrar una solución analítica a la EDO o aplica métodos numéricos para la obtención aproximada de la solución. Este trabajo presenta una secuencia didáctica que proporciona al estudiante los conocimientos y habilidades para resolver problemas en contextos no matemáticos, cuya solución lleve a plantear y resolver una EDO de primer grado.

1.3 Antecedentes

Las investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales se pueden dividir en dos grandes grupos: aquellas centradas en la detección y análisis de dificultades en el proceso de aprendizaje y

las que proponen modelos de enseñanza alternativos al modo tradicional, basado en el tratamiento algebraico del concepto, la clasificación de las ecuaciones en diferentes tipos y el uso de métodos algebraicos de resolución específicos para cada tipo de ecuación (Perdomo , 2011).

Distintos trabajos señalan este concepto como elemento que provoca la aparición de dificultades en el tratamiento de las EDO, considerando dos posibles causas: (i) el hecho de que el conjunto de soluciones de una ecuación diferencial es un espacio formado por funciones y no por valores numéricos y (ii) el uso de métodos de resolución o de cálculo en el que se consideran las variables como símbolos que se deben manipular, sin tomar en cuenta su significado (p. e. Rasmussen, 2001; Zandieh y McDonald, 1999).

De la literatura revisada sobre la enseñanza de las EDO desde la perspectiva tradicional, podemos encontrar diversos trabajos, por ejemplo, Rodríguez (2010) abordó las EDO desde la perspectiva de la modelación matemática en los cursos de física y matemáticas, su propósito es estudiar cómo se pone en práctica el proceso de modelación en el sistema escolar y las dificultades de los estudiantes al modelar problemas de la vida real.

Carmona y cols. (2010) desarrollaron una propuesta didáctica con la cual se pretende que el alumno tenga un aprendizaje significativo de la ecuación diferencial por medio de la manipulación del fenómeno a estudiar en situaciones en contexto de física. Por su parte, Moreno y Azcarate (2003) mencionan las concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza y aprendizaje de las EDO en cual se caracterizaron a 3 grupos. Morales (2010) nos habla de la enseñanza de las matemáticas desde las perspectivas de resolución algebraica, método geométrico y método numérico; él determinó que la mayoría de los estudiantes creen que el resolver una EDO significa realizar una serie de pasos algebraicos.

Desde la perspectiva de uso de las TIC en la enseñanza de las EDO se pueden mencionar trabajos como: Oviedo (2013), quien realiza una propuesta didáctica de las EDO de primer grado en un enfoque cuantitativo-gráfico y analítico apoyado con el software Mathematica 9.0; Sandoval y Díaz Barriga (2002) plantean desde una

perspectiva didáctica con geometría dinámica la enseñanza de las EDO de primer grado. Menárguez y Cánovas (2010) muestran la utilidad del Excel desde el punto de vista didáctico, en la aplicación de diferentes métodos numéricos a la resolución de problemas de valor inicial de EDO. Perdomo (2011) nos presenta el estudio de dos módulos de enseñanza de las EDO: uno de forma tradicional y el otro en un ambiente de resolución de problemas con el uso de las TIC; en ellos, se dio a los estudiantes una formación formal de conceptos, clasificación y métodos algebraicos de resoluciones de las EDO, al final de cada módulo resolvían problemas en contexto no matemático similares al resuelto antes por el profesor. Finalmente, De las Fuentes y cols. (2010) analizan el efecto de usar calculadora en las competencias de los estudiantes.

1.4 Justificación

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura “Ecuaciones Diferenciales”, los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega presentan dificultades de comprensión del tema ecuaciones diferenciales ordinarias de primer grado particularmente en sus aplicaciones. Las dificultades que los estudiantes presentan conllevan a un alto índice de reprobación y bajo aprovechamiento escolar.

En la Tabla 1, se muestra las calificaciones de 46 estudiantes en la primera unidad de la materia de Ecuaciones Diferenciales de las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería en Sistemas Computacionales (cabe mencionar que la calificación aprobatoria mínima es de 70 y la máxima de 100). De la calificación total, el estudiante puede obtener hasta 70 puntos entregando en tiempo y forma rubros como resúmenes, solución de ejercicios en clases, prácticas, asistiendo a clases, etc.; los 30 restantes se obtienen al responder un examen con problemas sobre la ley de enfriamiento de Newton, ley de Malthus, mezcla de dos sustancias o un circuito RL.

De los 46 estudiantes, solo 12, es decir 26%, alcanzaron una calificación aprobatoria mayor de 80; 7 estudiantes, siendo el 15%, alcanzaron una calificación aprobatoria menor de 80; y, 27 estudiantes, que representan el 59%, no alcanzaron

a una calificación aprobatoria, es decir, reprobaron la unidad. Algunas de las causas, de porqué los estudiantes no alcanzan una calificación aprobatoria mínima es que no entregan sus tareas en tiempo y forma, no asisten a clases, no resuelven ejercicios en clases, etc., sin embargo, la causa principal es que reprueban el mencionado examen.

En la Tabla 2, se muestra las calificaciones en el examen de los 46 estudiantes, de los cuales, el 46% no resolvió correctamente alguno de los problemas y como consecuencia su calificación es cero. Dado el alto índice de reprobación, es necesario explorar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje de EDO.

Tabla 1. Calificaciones finales de estudiantes en la unidad 1 de la asignatura de EDO

Semestre Agosto 2016 -Enero 2017		Semestre Febrero - Julio 2017			
65	59	62	1	90	75
60	60	1	79	95	70
65	3	87	77	80	65
2	100	64	85	65	85
65	85	0	61	100	85
100		23		65	58
65		0		65	75
65		90		75	70
2		16		65	55

Tabla 2. Calificaciones de estudiantes en examen de EDO

Semestre	Agosto 2016 -Enero 2017	Semestre	Febrero - Julio 2017		
0	0	25	10	0	NP
0	0	25	5	NP	15
0	0	15	0	20	10
0	30	0	20	0	15
0	20	30	20	NP	0
30	0	0	NP	20	0
0		0	10	NP	0
0		10	15	20	0

1.5 Objetivo general

Elaborar e implementar videos tutoriales como apoyo en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales de primer orden en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega de la carrera de industrias alimentarias.

1.5.1 Objetivos particulares

- Analizar las características de los videos tutoriales disponibles en la web.
- Diseñar y elaborar los videos tutoriales de apoyo para la asignatura de EDO, en particular el tema EDO de primer orden.
- Implementar durante clases los videos tutoriales en los estudiantes de carreras de ingeniería del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega.
- Evaluar el aprendizaje del tema EDO de primer orden en los estudiantes después de haber implementado los videos tutoriales.

La limitación de este estudio está en las conclusiones, las cuales están referidas a una población con características particulares, estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Los estudiantes de la muestra están inscritos en la carrera de ingeniería en industrias alimentarias que ofrece la institución antes mencionada.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Las ecuaciones diferenciales y su enseñanza-aprendizaje

El origen de la dinámica y de las ecuaciones diferenciales (EDO) se considera en los primeros trabajos del científico y matemático inglés Isaac Newton (1642-1727) y del filósofo y matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), basados en el desarrollo de la nueva ciencia del cálculo en el siglo XVII (Ricardo, 2008). El concepto de ecuación diferencial nace, a fines del siglo XVII, como una ecuación que relaciona diferenciales, este concepto se mantiene estable hasta que Cauchy, hacia 1821, agrega la derivada (Ñapoles 2009).

La teoría de las ED comenzó a desarrollarse a finales del siglo XVIII, casi simultáneamente con la aparición del cálculo diferencial e integral. En el momento actual, las ecuaciones diferenciales se han convertido en una herramienta poderosa para la investigación de los fenómenos naturales. En la mecánica, la astronomía, la física y la tecnología, las EDO han sido causa de enormes progresos (Aleksandrov y cols. 1985).

Una ecuación diferencial se puede definir como una ecuación que involucra derivadas de una función desconocida de una o más variables. Si la función desconocida depende solo de una variable la ecuación se llama ecuación diferencial ordinaria (EDO), por ejemplo $x + y \, dy/dx = 0$.

En la literatura del estudio de las EDO se enfoca bajo las perspectivas de resolución analítica, cualitativa y numérica. La perspectiva analítica busca encontrar la solución a la EDO de forma algebraica-algorítmica. En la perspectiva cualitativa se busca dar solución a la EDO explorando la geometría del comportamiento del modelo. Por último, la perspectiva numérica busca una solución aproximada a la EDO con la ayuda un método numérico y la computadora, actualmente hay una gran variedad de métodos numéricos para dar solución a EDO.

Las EDO de primer grado tienen en común el estudio de cuatro problemas de aplicaciones las cuales son: ley de enfriamiento de Newton, ley de Malthus, mezcla de dos sustancias y un circuito RL. La siguiente descripción es un ejemplo de cada uno de los problemas:

Un objeto, que tiene una temperatura T_1 en el tiempo t_1 , se introduce en un lugar donde la temperatura es T_m , al transcurrir tiempo t_2 su temperatura es de T_2 . Modele el crecimiento de temperatura del objeto usando el modelo

$$\frac{dT}{T_2 - T_1} = k dt.$$

Una población de individuos en tiempo t_1 eran P_1 , al transcurrir un tiempo t_2 la población es P_2 . Modele el crecimiento población usando modelo de crecimiento exponencial $\frac{dP}{dt} = kP$.

Una Salmuera entra en un tanque a una velocidad V_1 galones/minuto con una concentración C_1 libras de sal/galón. Inicialmente, el tanque tiene Q galones de salmuera con P libras de sal disueltas. La mezcla, bien homogenizada, abandona el tanque a una velocidad de V_2 galones/minuto. Encontrar una ecuación para determinar las libras de sal que hay en el tanque en cualquier instante t .

Un circuito RL tiene una tensión de V_0 voltios, una inductancia de L_0 henrios, una resistencia de R_0 ohmios y no tiene corriente inicial. Determinar la corriente en el circuito para cualquier tiempo t .

Al resolver las EDO de primer grado como las anteriores utilizan el método de separación de variables que involucra una expresión algebraica como método de solución de estas, el cual permite el despeje de la primera derivada de la variable dependiente (Zill, 2009; Carmona y Filio, 2011).

Las EDO son un tópico básico dentro de la curricula escolar del nivel superior para la formación de ingenieros, ya que permite analizar, describir y predecir al modelar una serie de fenómenos de variación.

En lo que respecta a la enseñanza-aprendizaje de las EDO, podemos mencionar el trabajo de Ñapoles (2009), quien argumenta que los procedimientos algorítmico-algebraicos son más sencillos de desarrollar en los estudiantes, ya que instrumentar los escenarios geométrico y numérico en el aula requiere necesariamente de los medios de cómputo, ya que de otra forma es difícil visualizar los campos de pendientes, las curvas isóclinas y las soluciones aproximadas. Por

lo anterior, en los programas de estudio de la materia de Ecuaciones Diferenciales existe una clara preferencia del escenario algebraico (analítico).

Moreno y Azcarate (2003) mencionan que las creencias de algunos profesores sobre el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales consideran al estudiante como un aprendiz con un nivel de competencia elemental que únicamente le permite ejecutar actividades mecánicamente, y que aprende por imitación a partir de los modelos y ejemplos propuestos por los profesores. Ciertas creencias hacen que los profesores propongan sus actividades de enseñanza-aprendizaje de las EDO basados en el método algebraico, lo cual provoca que el alumno aprenda a través de la imitación y memorización.

En el trabajo de Camacho y cols. (2012), se determinó que muchos de los estudiantes concibieron el concepto de ecuación diferencial como una entidad matemática aislada desconectada de otras nociones que ellos conocen. Para los estudiantes, resolver una ecuación diferencial es una cuestión meramente de buscar una expresión algebraica explícita o implícita de la solución. Así, ellos consideraron que la información relevante suministrada en una ecuación diferencial fue la información que podría conducirlos a aplicar algún método para encontrar la solución.

Sandoval y Díaz-Barriga (2002) proponen una actividad basada en la perspectiva cualitativa, la cual consiste en que el alumno construya macros en Cabris-Geometre que representa la pendiente generada por una Ecuación Diferencial de Primer Orden. Morales (2010) realiza un estudio cuyo objetivo principal es conocer cuáles son los posibles enfoques para el aprendizaje de las EDO, así como las dificultades con las que cuentan los estudiantes de 3 diferentes carreras. De este estudio, se determinó que los participantes consideraron que el curso de EDO se trata de saber aplicar los pasos algebraicos para obtener una respuesta.

2.2. El aprendizaje

El aprendizaje es un tema que ha sido objeto de estudio desde años atrás por diversos investigadores, teóricos y profesionales del área de la educación, Feldman (2005) define al aprendizaje como un proceso de cambio relativamente permanente en el comportamiento de una persona generado por la experiencia. Esta definición supone que el aprendizaje implica un cambio conductual o un cambio en la capacidad conductual; dicho cambio es duradero y el aprendizaje ocurre, entre otras vías, través de la práctica o de otras formas de experiencia.

2.2.1 El aprendizaje multimedia

A finales de 80's, con el apogeo de la multimedia y las nuevas posibilidades que brindaba la computadora en cuanto a gráficas y sonido, una infinidad de investigadores empiezan a realizar estudios sobre la manera en que estas herramientas podrían favorecer el aprendizaje. De lo anterior surge la teoría de aprendizaje multimedia, siendo sus principales exponentes John Sweller (Universidad de New South Wales, Sídney, Australia), Fred Paas (Universidad Abierta de los Países Bajos, Rotterdam, Holanda), Jeroen van Merriënboer (Universidad Libre de Ámsterdam, Ámsterdam, Holanda) y Richard Mayer (Universidad de California, Santa Barbara, Estados Unidos) quien desarrolla la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (Andrade, 2012). Por multimedia se refieren a un video fijo o en movimiento, texto, gráficos, audio y animación controlados por computadora, en el cual la integración de todos estos elementos no es sencilla (Salinas, 1996).

Para Mayer (2005), el aprendizaje multimedia es aquel en el que un sujeto logra la construcción de representaciones mentales ante una presentación multimedia, es decir, logra construir conocimiento. Según Mayer (2010) el aprendizaje multimedia presenta 12 principios que son siguientes:

1. Principio de coherencia: las personas aprenden mejor cuando las imágenes, palabras o sonidos que no tienen relación directa con el contenido se eliminan de la pantalla.

2. Principio de señalización: las personas aprenden mejor cuando se agregan señales que indican dónde deben poner su atención.
3. Principio de redundancia: las personas aprenden mejor cuando las imágenes utilizadas son explicadas a través de una narración o de texto escrito, pero no con ambas a la vez.
4. Principio de segmentación: las personas aprenden mejor cuando los contenidos están divididos en pequeños apartados y cuando pueden navegar libremente a través de ellos, teniendo la posibilidad de avanzar, retroceder o detener los contenidos a su propio ritmo.
5. Principio de pre-entrenamiento: Las personas aprenden mejor cuando se les introducen los conceptos clave de la formación antes de ver los contenidos desarrollados.
6. Principio de modalidad: Las personas aprenden mejor de imágenes y narración que de imágenes y textos.
7. Principio multimedia: las personas aprenden mejor cuando los contenidos se muestran en formato imagen y textos, que si solo se trata de textos.
8. Principio de personalización: las personas aprenden mejor cuando el tono utilizado en la narración y familiar, que cuando el tono es formal.
9. Principio de la voz: las personas aprenden mejor cuando utilizan una voz humana amigable, que cuando utilizas un software que transforma el texto en un audio.
10. El principio de contigüidad temporal significa que las palabras y las imágenes correspondientes se deben presentar al mismo tiempo; los estudiantes aprenden más cuando el material verbal y visual está sincronizado temporalmente que si estos se presentasen en distintos tiempos separados entre sí.
11. principio de contigüidad espacial significa que las palabras e imágenes correspondientes deben presentarse cerca una de la otra, es decir, no se debe colocar un cuadro o imagen visual importante en una diapositiva y después discutirla en otra que le preceda sin continuidad con la imagen.

12. Principio de imagen: las personas no necesariamente aprenden mejor en ambientes multimedia cuando pueden ver la imagen del locutor que acompaña la narración.

2.2.2 El aprendizaje efectivo

El aprender es una constante en la vida de cualquier individuo, algunas cosas se aprenden más rápido que otras o con menos esfuerzos, para lograr un aprendizaje se tiene que tomar en cuenta factores sociales, emocionales y culturales.

El aprendizaje es efectivo si se cumple cuatro características: se provee al estudiante de un entorno creativo con múltiples herramientas y materiales (sonidos, imágenes, vídeos, etc.) que envuelven al estudiante en su adquisición de conocimiento, logrando un compromiso activo con cada integrante del aula; facilitan el contacto entre alumnos y profesor, permitiendo que realice actividades en conjunto y que compartan sus ideas (Hernández 2008).

El aprendizaje efectivo desde la perspectiva de Ambrose y cols. (2008), nos dice que

- El aprendizaje es un proceso, no un producto, sin embargo, como se trata de un proceso que ocurre en la mente de los estudiantes, solo puede inferir en base a productos y rendimientos.
- El aprendizaje involucra un cambio en el conocimiento, en las creencias, en las conductas o en las actitudes del alumno. Es un cambio que ocurre con el tiempo,
- El aprendizaje no es algo que se les hace a los alumnos, sino que es algo que los alumnos hacen por sí mismo. Es el resultado de como ellos interpretan y responden a su experiencia consciente, inconsciente, pasada o presente.

Ambrose y otros (2008) resumen en siete principios cómo ocurre el aprendizaje, definidos desde la perspectiva que el aprendizaje es un proceso de desarrollo holístico, en decir, que interactúa y se intersecta con otros procesos de desarrollo

de la vida del estudiante. Cuando el estudiante está en clases carga con habilidades, conocimientos, destrezas, experiencias, que influyen en todo aquello que valora, como se ve a sí mismo y a los demás, a fin de cuentas, es como abordará y se comprometerá con el proceso de aprendizaje.

Los siete principios interactúan entre sí y, en cada caso situaciones están siempre conjunto, aunque se destaque uno sobre los demás.

1. El conocimiento previo de los estudiantes influye en su aprendizaje, facilitando o impidiéndolo.

Los estudiantes traen al aula conocimientos previos, creencias, y actitudes, que influenciarán la manera como abordarán el proceso de aprendizaje, como filtrarán e interpretarán lo que estén aprendiendo. Si los conocimientos previos son activados adecuadamente por el profesor, se crearán sólidas bases para un nuevo conocimiento y, de no ser así, serán un obstáculo e interferencia para el proceso de aprendizaje.

Lo ideal es que el estudiante construya conocimiento, que le ayude a construir estructuras de conocimiento cada vez más complejas y robustas. Por otra parte, si el conocimiento previo de los estudiantes no es suficiente para una situación de aprendizaje, estos pueden fallar al momento de apoyar los nuevos conocimientos, mientras si es incorrecto o inapropiado para el contexto, puede distorsionar o impedir un nuevo aprendizaje (Figura 1).

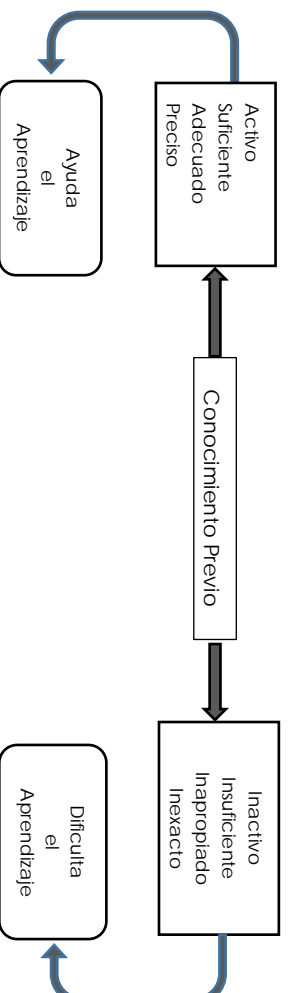


Figura 1. Las cualidades de los conocimientos previos

2. La forma como los estudiantes organizan el conocimiento influyen en el aprendizaje: en cuanto aprenden y aplican lo que saben.

Los estudiantes crean conexiones entre los distintos elementos que componen el conocimiento, y lo hacen de manera natural. Si dichas conexiones están organizadas de manera precisa y con un sentido, el estudiante podrá aplicar el conocimiento de manera efectiva y eficiente. Por el contrario, si el conocimiento está organizado de manera imprecisa o al azar, la capacidad de aplicación apropiada fallará.

Cuando hablamos de manera cómo la gente organiza su conocimiento, no estamos hablando de piezas de conocimiento, sino más bien como estas piezas están dispuestas y se conectan en la mente un individuo.

3. Existen factores que ayudan a motivar a los estudiantes: determinan, dirigen y sostienen lo que los estudiantes están dispuestos a hacer para aprender

Los estudiantes tienden a motivarse cada vez que le encuentren valor positivo a un objetivo o actividad de aprendizaje, cuando tengan la expectativa de que el objetivo de aprendizaje será alcanzado y, muy especialmente, cuando sientan apoyo de parte del entorno. La motivación guía la dirección, intensidad, persistencia y calidad de las conductas de aprendizaje con las que se comprometen, se refiere a la inversión personal que un individuo tiene para llegar a un estado o resultado deseado.

Si los estudiantes no encuentran los contenidos del curso interesante o relevante, pueden ver poco a ningún valor el dominio de estos y pueden dejar de participar en las acciones requeridas para lograr un aprendizaje profundo. Por otro lado, hay dos conceptos importantes que son fundamentales para atender la motivación: el valor subjetivo de una meta y las expectativas de éxito como consecuencia de esa meta (Figura 2).

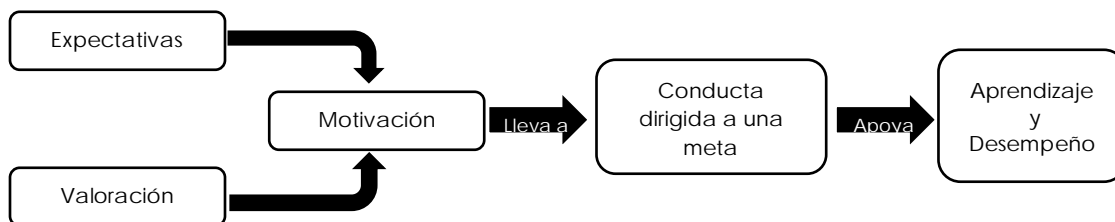


Figura 2. Impacto de la valoración y expectativas en el aprendizaje y desempeño

4. Las competencias se adquieren y desarrollan de una manera sistemática: para adquirir las competencias, los estudiantes deben aprender destrezas elementales, practicar su integración y saber cuándo aplicar lo aprendido.

Los estudiantes no solo deben aprender las destrezas elementales y conocimientos necesarios para llevar a cabo tareas complejas. Adicionalmente, los estudiantes deben practicar la combinación e integración de las tareas para adquirir un desempeño más fluido y autónomo. Es fundamental la toma de consciencia del profesor respecto de los elementos que componen el proceso, para que puedan facilitar un aprendizaje más efectivo.

La experticia se refiere a la consecución de un alto grado de competencias dentro de un área en particular. Este ámbito de dominio, van desde las habilidades discretas o el conocimiento de un contenido hasta un conocimiento amplio y habilidades dentro un dominio disciplinar complejo. Para que los estudiante logren el dominio en un ámbito particular, ya sea de manera estricta o amplia, es necesario que desarrollen un conjunto de habilidades en las componentes clave, mediante la práctica, hasta el punto en que puedan combinarlos con fluidez y lo utilicen con un alto grado de automaticidad, y sepa cuando y donde aplicarlos adecuadamente, ver Figura 3.

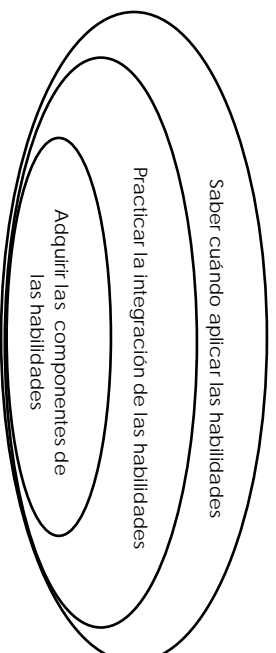


Figura 3. Elementos del dominio o maestría

5. La práctica y la retroalimentación deben estar dirigidas hacia metas y debe articularse entre sí.

El aprendizaje y el rendimiento mejoran si la práctica está dirigida hacia metas u objetos con criterios bien definidos, cuando tienen niveles apropiados de desafío y cuando es de suficiente cantidad y frecuencia. La práctica debe articularse con una forma de retroalimentación que comunique explícitamente respecto del rendimiento del estudiante, relacionándolo con los criterios del objetivo a alcanzar; cuando le provee al estudiante suficiente información acerca de cómo debe progresar para alcanzar esos criterios; y cuando se da en el tiempo y en la frecuencia apropiada para ser útil.

A pesar de que no podemos controlar la duración del semestre o periodo de clases, podemos ser más eficientes en el diseño de oportunidades de práctica y dar retroalimentación. Se debe reconocer que toda práctica no es igual, ya que hay formas más y menos eficaces en que los estudiantes pueden practicar.

6. El nivel de desarrollo de los estudiantes interactúa con el clima social, emocional e intelectual del curso, impactando en el aprendizaje.

Aunque no puede influir en el nivel de desarrollo del estudiante, el profesor puede dar forma al ambiente en la clase, de modo que pueda crear un clima positivo, que fomente las capacidades intelectuales y creativas de los estudiantes, pero hay que tener en cuenta que los estudiantes no solo son intelectuales, sino también son

seres sociales y emocionales, que estas dimensiones interactúan en ambiente del aula influyendo en el aprendizaje y en el rendimiento, Ver Figura 4.

Los estudiantes siempre están desarrollando una amplia serie de habilidades sociales y emocionales, pero hay dos consideraciones que son importantes cuando se trata de los estudiantes universitarios. Primero, los procesos emocionales y sociales, son particularmente importantes en esta etapa de la vida. En segundo lugar, estas emociones pueden abrumar la inteligencia de los estudiantes si ellos todavía no han aprendido a canalizarla de manera productiva.

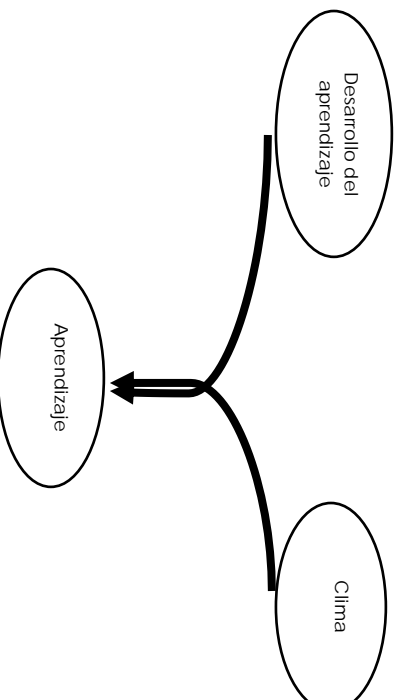


Figura 4. Efecto interactivo del desarrollo estudiantil y el clima del curso sobre el aprendizaje

7. El auto aprendizaje o aprendizaje auto dirigido debe ser adquirido. Para ello es estudiante debe monitorear y ajustar su aproximación al proceso de aprendizaje.

Los estudiantes deben afrontar variado procesos metacognitivos durante su aprendizaje, evaluando sus fortalezas y debilidades. Sin embargo, este proceso desafortunadamente no es natural en el estudiante, por ende debe ser inducido por el profesor. Una vez que el estudiante se compromete en un proceso de auto aprendizaje adquiere hábitos intelectuales que mejoran su rendimiento, haciéndolo tener un mejor aprendizaje en el futuro, Ver Figura 5.

Las habilidades metacognitivas son cada vez más importantes en la educación y en la vida profesional, dado que uno se debe ocuparse de tareas más complejas y de una mayor responsabilidad por el propio aprendizaje, ayudar a los estudiantes a

mejorar dichas habilidades puede traer enormes beneficios. Los beneficios incluyen no solo hábitos intelectuales que son valiosos en todas las disciplinas, ni no también un conocimiento específico más útil y flexible de las disciplinas.

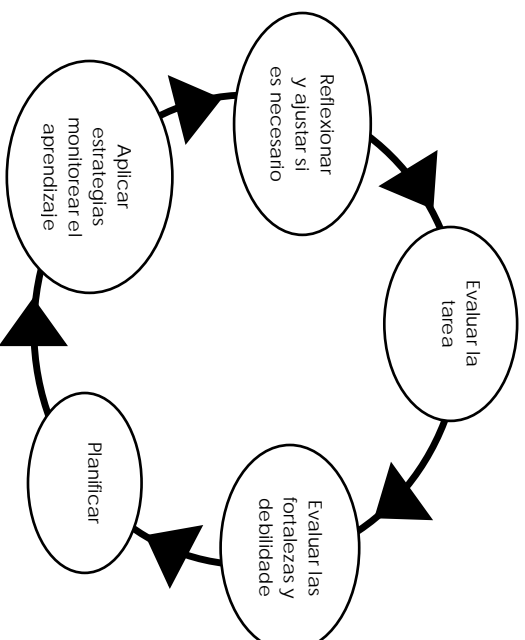


Figura 5. Ciclo del aprendizaje auto-dirigido

2.2.3 El aprendizaje semiótico

Para las matemáticas, la adquisición conceptual de objeto pasa necesariamente a través de la adquisición de una o más representaciones semióticas. Para Tamayo (2006) las representaciones semiótica son aquellas representaciones de sistemas de expresión y representación que pueden incluir diferentes sistemas de escritura, como números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etc., las cuales cumplen funciones comunicación, expresión, objetividad tratamiento. Por otro lado, para Duval (2000) los objetos matemáticos no son directamente accesibles a la percepción, consecuentemente pasa su estudio y tratamiento se requiere contar representaciones de los mismos; las representaciones externas pueden ser de carácter geométrico, algebraico y numérico del objeto.

En el conocimiento de los procesos de construcción y transformación de representaciones intervienen diferentes tipos de actividades, dentro de los cuales sobresalen las de formación, como aquellas representaciones de algo a partir de un

conjunto de caracteres; las de tratamiento, cuando una transformación produce otra dentro de un mismo registro; las de conversión, cuando la transformación produce otra representación en un registro distinto al de la presentación inicial (Duval, 2000).

Durante el aprendizaje de un objeto matemático, los estudiantes pueden realizar un registro (representación semiótica), los cuales según Macías (2014) poder ser:

- Registro de la Lengua Natural (RLN): El registro de la lengua natural permite introducir definiciones, así como hacer descripciones o designaciones.
- Registro Numérico (RN): Las representaciones de tipo numérico permite apreciar algunas de las características y elementos identificados de los objetos matemáticos a los que hace referencia, así como vincularlos y relacionarlos con representaciones gráficas y geométricas.
- Registró Figural-Icónico (RFI): Engloba dibujos, esquemas, bosquejos, líneas, marcas, etc., que intentan representar el objeto de conocimiento sin dar cuenta de la cualidad de los elementos involucrados.
- Registro Tabular (RT): Los datos se presentan a través de un conjunto de filas y de columnas permitiendo visualizar la información de manera global, establecer relaciones y comparaciones entre los diferentes datos que en ella se recogen, así como descubrir propiedades y características del objeto de conocimiento representado.
- Registro Algebraico (RA): Permiten realizar generalizaciones, modelizaciones y señalar características particulares del objeto que representa.
- Registro Geométrico (RGe): El registro geométrico admite operaciones de reconfiguración y manipulación que facilitan la comprensión y el establecimiento de conexiones entre diferentes objetos.
- Registro Gráfico (RGr): El registro gráfico posibilita inferir, con un simple vistazo, el comportamiento que va seguir una determinada función, así como efectuar tratamientos propios de su registro como son las traslaciones, reflexiones, simetrías, contracciones, dilataciones, etc..

2.3 El video

2.3.1 ¿Qué es el video?

El desarrollo tecnológico en las últimas décadas ha producido un cambio en nuestra sociedad en aspectos, laborales, sociales y en la educación. En particular, la comunicación audiovisual se ha convertido en una herramienta muy utilizada para transmitir o recibir información de manera rápida y sencilla.

En la actualidad, el video es muy utilizado como herramienta audiovisual, en la mayoría de los casos, son alojados en la red por su fácil acceso y rápida divulgación. En la educación, la implementación del video no se ha quedado atrás, aunque su uso ha sido variante. Hay una infinidad de videos disponibles en la Internet, en páginas web como YouTube, ofreciendo una amplia variedad de videos con temas de interés para la sociedad.

Se puede definir al video educativo como:

“Aquel que cumple un objetivo didáctico previamente formulado” (Bravo, 1996).

“Un objeto de aprendizaje producto de un diseño instruccional donde convergen procesos de educomunicación y los Objetivos Instruccionales” generado por el profesorado de cada asignatura como la *“institución productora de Recursos Educativos, en forma de objetos de aprendizaje”*, que, en función de los objetivos de su asignatura y del tipo de alumno que tiene, *“es quien define la estructura de objeto más conveniente en cada caso”* (Gago y Vico, 2013)

En el aula de clase, los docentes ocupan los videos como medio de enseñanza, dado que se busca reducir el tiempo de explicación de los temas o se pretende que el alumno tenga una mejor comprensión de los temas. Los videos ofrecen demostraciones, ejemplos, información con la finalidad de alcanzar los objetivos académicos de diferentes niveles.

2.3.2 Uso del video

El video con fines educativos debe ser usado como una herramienta de apoyo en la enseñanza, un instrumento o un recurso según contenidos y objetivos previstos, pero nunca deben sustituir al profesor. Los videos son utilizados comúnmente en

las aulas de clases, pero el momento en que se decida usar dependerá de la estrategia didáctica que el profesor utilice en la clase.

El video en línea generalmente viene en forma de clips de video cortos debido a la duración y las restricciones de tamaño de los archivos impuestas por los servicios de alojamiento. Por ejemplo, YouTube limita la duración del video a aproximadamente diez minutos. El diseño instruccional a pequeña escala, como el desarrollo de un video académico de YouTube, se ajusta al paradigma del nivel micro diseño instruccional. Según Snelson y Elison-Bowers (2007) “El diseño educativo de nivel micro se refiere a la práctica de diseñar y producir pequeñas unidades de instrucción”. Es un nivel de diseño instruccional que se centra en los procesos de diseño y desarrollo de grano fino que se producen al crear un producto educativo, como un video instructivo.

El uso del video tiene ventajas y desventajas (Jiménez y Marín, 2012; Guzmán, 2011), como las siguientes:

Ventajas

- Motivación del alumno y profesor: el video introduce variedad y rompe con la monotonía.
- Es muy cercano para los alumnos: los jóvenes de hoy en poseen mayor predisposición hacia lo visual y auditivo (Internet, cine, televisión etc.) que hacia la lectura.
- Pueden verse más de una vez.
- Permite liberar al profesor de trabajos repetidos y rutinarios, de manera que se puede dedicar más a estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los alumnos.
- Al ser generado por el profesor, se adapta a los objetivos planteados por éste, permitiendo orientar y regular el aprendizaje de los alumnos.
- Se puede observar a mayor tamaño objetos pequeños difíciles de visualizar por un gran grupo.

- Mejora el aprendizaje debido a que permiten corregir las posibles lagunas que se pueden generar en una clase tradicional, ya que a veces los ritmos impuestos hacen difícil atender las necesidades de aquellos alumnos que por diversos motivos no llegan a alcanzar los conocimientos básicos para lograr el aprendizaje.
- Incrementa la asimilación y retención de los procedimientos de resolución debidos al modo en que son presentados los ejercicios y a la posibilidad de repetición acorde a la necesidad del aprendizaje del alumno.

Desventajas

- El estudiante tiende a la pasividad en el caso de que las actividades diseñadas no sean lo bastante motivadoras.
- Gasto de tiempo por elaboración de filmaciones.

El video como cualquier otro recurso siempre requerirá una adaptación particular al aula para utilizarse como recurso didáctico. Lo más importante a destacar en el video, es que puede ser utilizado como un importante medio audiovisual de enseñanza, ya que combina elementos de los otros medios, como la fotografía, la imagen en movimiento, el texto, el sonido; en función de favorecer el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Monteagudo y cols., 2007).

Una de las primeras experiencias registradas sobre el uso de videos como recurso educativo se remonta a los años 50, en donde la Asociación Americana de Profesores de Física en Estados Unidos, ordenó la producción de un conjunto de “ayudas visuales” como material de apoyo a la enseñanza de la física (Kearney & Treagust 2001).

Monteagudo, Sánchez y Hernández (2007) nos menciona algunos proyectos donde se ha usado el video como medio de enseñanza que a continuación se describen:

- Proyecto *Videolink*, orientado a la producción de videos bajo demanda para la educación médica continuada con la posibilidad de enviarlos vía satélite o cámara *web* desde Baltimore, Boston y Filadelfia a diferentes centros del mundo.

- Proyecto Alejandría que en 1998 se desarrolló en Chile, orientado a la producción de videos para la educación superior bajo demanda. Esta estrategia es auspiciada por la red Universitaria Nacional (REUNA) y participan un total de 9 universidades. El objetivo prioritario es crear un servicio piloto de video de apoyo a la educación en áreas objeto que apoyen la docencia a través de tecnología de video a pedido.
- Proyecto de video para la infancia “Plan Kenya” llevado a cabo en el continente Africano, orientado al desarrollo social, donde el video didáctico es un medio para la educación en masa, en el cual los niños participan activamente en la producción de los materiales, dramatizando situaciones que son utilizadas en la promoción y educación para la salud, como es el caso de VIH/SIDA.
- La Universidad Francisco Marroquín (UFM) de Guatemala, desarrolló entre los años 2001 y 2002 una estrategia para el rescate, digitalización y remasterización de los videos didácticos que empleaban en sus clases, estos materiales fueron puestos a disposición del campus universitario en varios formatos con la consiguiente evaluación de estos, en un segundo momento procedieron a indexar los videos con temáticas complementarias facilitando su uso además para el estudio individual.

2.3.3 Tipos de video educativos

El uso de los videos con fines educativos en los últimos años es utilizado con mayor frecuencia por parte de los profesores como recurso en su práctica por las ventajas anteriormente mencionadas.

M. Cebrián (1987) distingue entre cuatro tipos de videos diferentes:

- **Curriculares**, es decir, los que se adaptan expresamente a la programación de la asignatura.
- **Divulgación cultural**, cuyo objetivo es presentar a una audiencia dispersa aspectos relacionados con determinadas formas culturales;

- **Carácter científico-técnico**, donde se exponen contenidos relacionados con el avance de la ciencia y la tecnología o se explica el comportamiento de fenómenos de carácter físico, químico o biológico.
- **Videos para la educación**, que son aquellos que, obedeciendo a una determinada intencionalidad didáctica, son utilizados como recursos didácticos y que no han sido específicamente realizados con la idea de enseñar.

Solís y cols. (2016) en su Manual Básico de Video para la Comunicación y el Periodismo de Ciencia clasifican los videos según formato los cuales se pueden distinguir:

- Spot: Tiene una duración menor a un minuto. Se usa sobre todo en campañas intensivas para dejar claro un mensaje breve y conciso sobre un tema en particular.
- Cápsula: Recibe este nombre por su duración corta (pero mayor que la del spot), aunque su contenido no está sujeto a parámetros específicos. No obstante, destaca su uso con fines informativos.
- Cortometraje: Puede ser de corte documental, de ficción o de animación. De manera convencional, su duración máxima es de treinta minutos.
- Videonota: En duración es muy similar a la cápsula, pero aborda un acontecimiento de actualidad, ignorado hasta el momento, verídico y que despierte el interés del público.
- Videoreportaje: Un reportaje es una investigación a profundidad que se realiza sobre una persona, acontecimiento o tema. Dicho formato suele echar mano de distintos medios para exponer una idea más completa a quien lo ve.
- Entrevista: Es una herramienta que nos permite un acercamiento más estrecho a algún personaje interesante o relevante por lo general, especialistas en los temas que deseamos desarrollar.
- Infografía en video: es una representación visual de la información, basada en texto, imágenes y estadísticas.

2.3.4 Elaboración de un video educativo

Antes de empezar a realizar elaborar un video, además de la idea, el contenido y la creatividad, es necesario plantearse a quien irá dirigido. Enfocarse en un grupo específico de personas ayuda a que el mensaje sea más efectivo.

El proceso de elaboración de videos educativos es un trabajo comunicativo especializado, y debe ser encargado a profesionales formados para tal tarea. Asimismo, para cumplir con los objetivos educativos del video, el especialista en diseño de contenidos debe involucrarse en todo el proceso de la producción, a fin de garantizar que la idea/ mensaje/ conocimiento sea transferido correctamente al lenguaje audiovisual.

Solís y cols. (2016) mencionan que antes de comenzar los preparativos para realizar un video sea cual sea nuestra motivación es de suma importancia realizar unas reflexiones como

- ¿Es el video el medio indicado?
- ¿Cuál es nuestro tema?
- ¿Cuál es nuestro mensaje principal?
- El contexto del mensaje.

En la elaboración de un video se pueden distinguir 3 etapas para su elaboración los cuales son: preproducción, producción posproducción.

1. La pre-producción

Esta primera etapa, supone a su vez un conjunto de tareas que deben tomarse en cuenta a la hora de preparar un video; éstas pueden resumirse en tres partes:

a) Definición del tema y formulación de los objetivos:

Se selecciona la temática a tratar, se elaboran los contenidos principales del video, se establece el punto de vista, y los objetivos a lograr con su producción, con base a las características del público o audiencia.

b) Elaboración del guion:

La idea original es estructurada teniendo en cuenta criterios como: público objetivo, duración, fines pedagógicos, recursos, financiamiento, entre otros. Todo video debe de contener una estructura narrativa la cual está compuesta 3 grandes momentos que son el planteamiento, desarrollo y desenlace.

El diseño del guión didáctico consiste en la creación meditada y progresiva de temas calificados, que conduzcan a la realización de un material audiovisual con fines pedagógicos en el aula de clases, así mismo implica:

- Investigación e indagación: Se realiza un trabajo de recolección de información de base para la elaboración de los contenidos, esto lo realizan los especialistas en el tema del video, para luego concluir en una breve sinopsis.
- Guionización: Al finalizar la sinopsis o resumen del tema, se decide el tratamiento que tendrá el video, esto es, si será una ficción, un reportaje, documental, etc.; estas consideraciones se plasman a través de un guión literario y un guión técnico. El guión literario del video, consiste en un instrumento didáctico, que expresa la presentación narrativa de la historia, donde se describen las acciones y diálogos de los personajes, situaciones, y escenarios, todo ello estructurado en secuencias y dispuesto a ser llevado a la pantalla.
- Plan de rodaje: Se estructura un cronograma de realización según fechas, locaciones (que son los ambientes seleccionados para el registro de imágenes), y actores disponibles.

c) Planificación de la producción:

- Se trata de la planificación en detalle de nuestros recursos. Independientemente del presupuesto, se debe administrar y tener bajo control hasta el más mínimo detalle, sea éste de carácter económico, recursos humanos o materiales. Pues si se presenta algún imprevisto o problema, la producción deberá preverlo y tener una solución que no ocasione retraso en la grabación del video.
- Dentro de esta etapa de planificación de la producción se realizan tareas como:
- Formación del equipo: director, camarógrafo, editor, productor, asistentes, actores.

- Presupuesto de producción: personal técnico, equipo de producción, alquiler de equipo, transporte, etc.
- Financiación del proyecto: recursos propios o financiación externa.
- Plan de producción: integrar variables como requerimientos del guión, horarios, locaciones, edición, etc.
- Locaciones: búsqueda de lugares para el registro de imágenes tanto externos como internos.
- Casting: elección de actores y personal técnico.

En la Tabla 3, se muestran los equipos sugeridos a elegir para la elaboración de un video educativo.

Tabla 3. Equipos sugeridos para la elaboración de un video

Imagen	Edición	Audio	Tipos de Cables	Iluminación
Cámara	Computadora	<p>Micrófono por su forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> -De mano -De solapa -De mano inalámbrico -USB digitales -Boom <p>Micrófono por su sensibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> -Direccional -Omnidireccional -Bidireccional -Unidireccional 	<p>Cables de audio:</p> <ul style="list-style-type: none"> -RCA -Coaxial <p>Cables de Videos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Video compuesto -S-video -HDMI -DVI -VGA 	<p>Luz natural</p> <p>Luz artificial</p> <p>Temperatura de color</p> <p>Balance de blancos</p>

En la Figura 6, se muestran los principales elementos en los que necesitamos pensar al realizar nuestra toma.

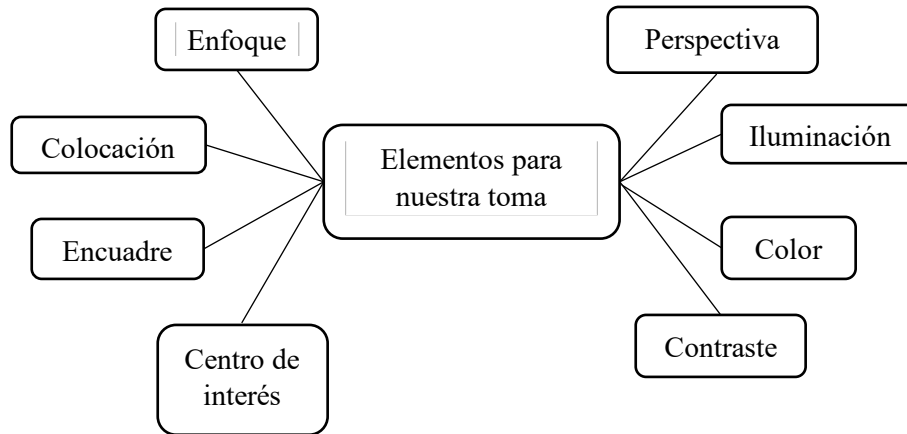


Figura 6. Elementos para una toma de video

Nuestro video puede tener diferentes tipos de tomas y es necesario imaginar si las tomas serán fijas, si cambiará de lugar la cámara mientras ocurren las acciones o se requiere que la cámara realice movimientos. En la Tabla 4, se muestran los planos, ángulos visuales, tomas y movimientos de la cámara que se utilizan.

Tabla 4. Planos, ángulos visuales, tomas y movimientos de la cámara

Planos	Angulo Visual	Toma y Movimientos de la cámara
-Plano general o panorámico		
-Plano general largo y corto	-Normal o neutro	Movimientos Físicos
-Plano entero	-Picado	- <i>Paneo o panorámica</i>
-Plano americano		- <i>Tilt</i>
-Plano medio	-Contrapicado	- <i>Travelling</i>
-Primer plano medio		
-Primer plano	-Vista de pájaro	Movimientos ópticos
-Primerísimo primer plano		-Zoom
-Plano detalle	-Vista de hormiga	

Para asegurar el éxito del video educativo, es recomendable generar una fase de validación, la cual se lleva a cabo antes de la producción, de lo contrario (validar el material concluido) elevaría los costos, porque el material tendría que ser regrabado y reeditado. Si bien validar el producto antes de producido no es 100% seguro, es importante confrontar el proyecto de producción con una muestra representativa de pistas y datos para modificar procedimientos, recursos, e, inclusive, contenidos. Lo que se valida es, básicamente, el guión técnico, que contiene los diálogos, la locución y el bosquejo de las imágenes trabajadas. Existen diversos mecanismos para su validación, cada productor podrá valerse, según sus posibilidades técnicas y económicas, del mecanismo más adecuado y accesible para él.

2. La producción

En esta etapa se pone en práctica o ejecuta todo lo planificado en la pre-producción. Es el director quien tiene la función de convertir en imágenes lo que está descrito en los guiones. El director coordina permanentemente sobre el enfoque y estilo indicado en el guión con el equipo técnico.

Al iniciar el registro, el director, equipo técnico y equipo de producción se reúnen y examinan el plan de rodaje del día. Se verifica el buen estado y funcionamiento de los equipos. La productora habiendo coordinado lo necesario para la grabación se mantiene atenta a cualquier imprevisto.

Para la grabación del video, se recomienda llevar un control del equipo y material que vamos a necesitar en nuestra grabación, para evitar así contratiempos. Se recomienda realizar el siguiente:

- **Hacer pruebas de audio y de video.** Es importante que ante cualquier grabación se realicen pruebas de audio y video. Sólo así saldrá de la manera que esperamos. Se trata de un procedimiento que puede llevarse a cabo en una exploración preliminar, un día antes de la grabación, por si hay sonidos o iluminación inesperados.
- **Coordinar al equipo humano.** El equipo de trabajo debe estar al tanto de todo lo que se grabará. Se recomienda hacer las reuniones necesarias antes de la grabación, para organizarse mejor y tener obtener los resultados deseados

- **Verificar la grabación y el audio en el momento.** Una de las cuestiones técnicas que más tiende a fallar es el audio. Por esa razón hay que verificar detalles aparentemente insignificantes como si el micrófono está conectado a la cámara.
- **Grabar las veces necesarias.** Es fundamental tener un respaldo. Para ello se recomienda grabar cuantas veces sea necesario, sobre todo si no se está conforme con las tomas.
- **Cuidar el ruido (audio y visual).** Muchas veces cuando estamos grabando hay ruidos externos que pueden afectar las tomas y que no dependen de nosotros, es por ello que hay que cuidar mucho el sonido ambiente, si se presenta un ruido fuerte que interrumpa, es mejor parar hasta que pase y volver a grabar, así evitarás problemas con el audio posteriormente.
- **Cuidar el Zoom y enfoque.** El zoom puede convertirse en un enemigo, si no sabe utilizarse. Se recomienda limitar lo más posible su uso durante la grabación. Si no se emplea con intención y delicadeza puede resultar poco estético
- **Cuidar la Continuidad: el tiempo va en la misma dirección que en la realidad.** Una de las características principales de un buen montaje es que mantiene la continuidad; es decir, un perfecto ajuste de movimientos en el video (Solís y cols., 2016).

3. La post-producción

Después de haber terminado el registro de imágenes, llegamos a la última etapa de la elaboración del video, la cual es la posproducción. Esta etapa no es otra cosa que editar nuestras imágenes y hacerlas consistentes, tanto entre ellas, como con nuestro guión. En esta tercera etapa, se revisa el material, seleccionan las imágenes y audio para crear nuestro video planeado.

En esta etapa, se debe "pautar" el material; esto es visionar e identificar y clasificar por tiempo de aparición cada una de las secuencias de las escenas, con sus respectivas repeticiones.

Luego, se realiza el procedimiento de edición, el cual consiste en ordenar y componer las imágenes y los sonidos registrados en la realización. Se trata de transferir electrónicamente las imágenes a un medio, el cual se llama "master".

El trabajo de edición se basa en el guión original y, con base en él, se van estructurando las imágenes, el sonido, locución y efectos. Ya en la última etapa, se procede a la edición del audio que puede incluir una música de fondo y/o los comentarios oportunos.

La edición del material es fundamental para el estructurado y armado del video, es decir, ir ordenando cada una de las imágenes y audios en un sentido narrativo y estético. Debemos empezar con selección del material registrado en video para ir montándolas de tal forma que adquiriera el ritmo deseado, posteriormente se editan los audios, que permiten montar los diálogos, efectos de sonido, las voces y demás elementos. Acto seguido se agregan los efectos y transiciones de las tomas sincronizadas con el sonido y por último se agregan los títulos y créditos del video

Algunas aplicaciones para computadoras o móviles que sirven para editar videos, como el tipo montaje el cual se refiere al ordenamiento y recorte de las secuencias elegidas en la línea del tiempo del video, música, títulos y créditos se muestran en la

Tabla 5

Tabla 5. Aplicaciones para computadoras o móviles para edición de videos

Aplicaciones para edición de video	Aplicaciones móviles para edición de video	Montaje (Tipos de transiciones)	Música y efectos de sonido	Títulos y créditos
-Windows Movie Maker -iMovie -Final Cut Pro -Premiere Pro -Sony Vegas	-Kinemaster (android) -Movie edit touch (Windows Phone) -Pinnacle Studio (Apple) -Hyperlapse de Instagram - Vibby - Splice y Replay de Go Pro - Kettlecorn	-Disolvencia - Fundido	- Música de fondo - Música original	-Título de entrada - Super - Créditos finales

2.4 Las redes sociales en la educación

Los recursos visuales en la actualidad son un medio de comunicación dominante. Esto puede apreciarse en mayor claridad en las redes sociales, las cuales los recursos visuales son parte fundamental de la comunicación.

En la actualidad, los universitarios han crecido bajo la influencia de una era digital de la red. Las nuevas herramientas tecnológicas, como las redes sociales, blog, plataformas de videos, etc., les permiten comunicarse creando o compartiendo información y son cada vez más utilizadas por el estudiante.

El compartir, visualizar, conectarse son conceptos cada día más utilizados por parte de los universitarios y detrás de ellos hay una gran industria que continuamente desarrollan nuevas herramientas, plataformas y actualizaciones, las cuales amplían la comunicación audiovisual. Los usuarios de Internet tienen grandes cambios en la manera en que se elaboran y se ven los videos. Cada día se sube una gran cantidad de videos con una gran amplia variedad de contenidos y diferentes formatos las cuales demuestran un fenómeno en la distribución de información.

Solís y cols. (2016) distinguen 2 grandes grupos de difundir materia audiovisual en las cual una de ellas incluye las redes sociales como Facebook, Instagram y twitter, ver Figura 7.

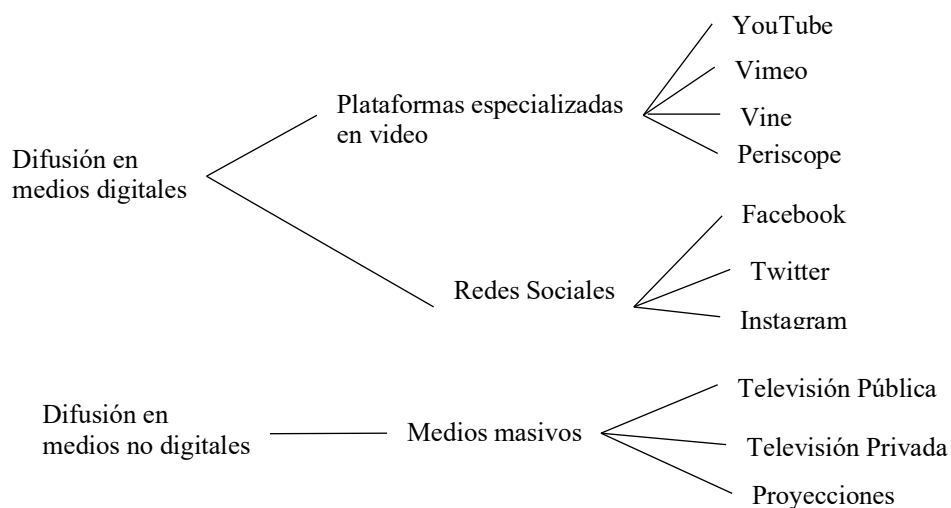


Figura 7. Medios de difusión de material audiovisual

Las redes poseen un enorme potencial para el ámbito educativo, habiendo evidencias de que los estudiantes presentan una actitud favorable al uso académico de las redes sociales (Espuny y cols., 2011).

Las redes permiten y favorecen publicar y compartir información, el autoaprendizaje; el trabajo en equipo; la comunicación, tanto entre alumnos como entre alumno-profesor; la retroalimentación; el acceso a otras fuentes de información que apoyan e incluso facilitan el aprendizaje constructivista y el aprendizaje colaborativo; y el contacto con expertos. En conjunto, todas estas aplicaciones y recursos hacen que el aprendizaje sea más interactivo y significativo y sobre todo que se desarrolle en un ambiente más dinámico (Imbernón y cols., 2011).

La visión de las redes sociales es el de integrar al mayor número de miembros posibles, esto gracias al ofrecimiento de diversas herramientas que garantizan la fidelidad de los usuarios. Entre las cuales podemos mencionar: búsqueda de contactos, correo electrónico, diseminación de información personal, compartir fotos, videos y mensajería instantánea en mensajes de texto (Flores y cols., 2009). Hernández (2008), calificaba las redes sociales de «herramientas constructivistas», en relación directa con sus posibilidades cuando se ponen al servicio de la interacción dentro del grupo, entre el grupo y el profesorado, dentro del profesorado, y todo ello fuera de las exigencias temporales y espaciales de un entorno escolar. La virtualidad permite romper estas coordenadas y facilitar la interacción, compartir un sinfín de archivos, de tipología también variada, y comunicarse de la forma más semejante a la actual, combinando a la vez sonido, video y documentos. Asimismo, valoran estas herramientas por sus posibilidades como recursos comunicativos. Por último, se presentan los valores referentes a las posibilidades de las redes sociales en relación con su papel de «facilitadoras» de la transmisión y la capacidad de compartir el conocimiento: tanto entre docentes como entre alumnado (con supervisión adulta) y usuarios.

Hoy, nadie pone en duda el interés y la importancia que suscitan fenómenos como Facebook. Las redes sociales en internet aglutinan tecnologías web muy diversas (página personal, blog, foro, fotos, video, email, etc.) aunque con una orientación a la creación y mantenimiento de relaciones entre personas. Mediante la información del perfil de cada participante, la red propone nuevas relaciones considerando los intereses y afinidades comunes entre miembros de la red u otros contactos de las actuales relaciones (Santos y cols., 2009).

Las redes sociales han ido convirtiéndose en poderosos espacios de interacción entre diferentes grupos sociales, algunos cada vez más especializados, donde es posible ir conociendo a personas que comparten los mismos intereses o reencontrarse con ellas (Espuny y cols., 2011).

Las redes sociales, en particular, proporcionan varias maneras de hacer frente a los desafíos de la enseñanza superior, tanto desde el punto de vista técnico como pedagógico. De hecho, algunas de sus características propias, tales como colaboración, libre difusión de información o generación de contenidos propios para la construcción del conocimiento han sido aplicadas de inmediato al campo educativo (Gómez y cols., 2012).

Las razones de que los universitarios usan redes sociales destacan por estar al tanto de lo que ocurre en mi entorno social, por entretenimiento y por estudios. Entre las actividades que pueden hacer en las redes sociales sobresalen quedar con mi grupo de amigos, informarme sobre lo que pasa en mi grupo de amigos, comentar fotos o videos y compartir información, archivos y documentos. El potencial educativo de las redes sociales es enorme, el reto consistirá en despertar el interés tanto de instituciones, docentes y alumnado para integrarlas como herramientas básicas de la enseñanza (Gómez y cols., 2012).

En la Universidad Autónoma de Madrid especialmente en los curso 2011/2012 y 2012/2013 de asignaturas de grado y postgrados han utilizado un escenario de aprendizaje entorno a un modelo de integración con plataformas Social Media, específicamente con servicios de las redes sociales Facebook y YouTube, los cuales identificaron altos niveles de motivación y satisfacción en cuanto al aprendizaje logrado, donde los estudiantes resaltaron la utilidad y facilidad de los

mecanismos de interacción social, es decir compartir y comentar. (Claros y Cobos 2013).

Algunos de los beneficios que nos puede aportar una red social creada para trabajar con los alumnos son:

- Permite centralizar en un único sitio todas las actividades docentes, profesores y alumnos de un centro educativo.
- Aumento del sentimiento de comunidad educativa para alumnos y profesores debido al efecto de cercanía que producen las redes sociales.
- Mejora del ambiente de trabajo al permitir al alumno crear sus propios objetos de interés, así como los propios del trabajo que requiere la educación.
- Aumento en la fluidez y sencillez de la comunicación entre profesores y alumnos.
- Facilita la coordinación y trabajo de diversos grupos de aprendizaje (clase, asignatura, grupo de alumnos de una asignatura, etc.) mediante la creación de los grupos apropiados (Naso y cols., 2012).

En lo referente al uso educativo de las redes de índole general, se pueden mencionar los siguientes, como parte de muchas aplicaciones, cuyo límite es la imaginación y creatividad del profesor (De Haro, 2010):

- Institucional. Esta opción permite una gran riqueza en el intercambio de información y en la formación de comunidades de diversos tipos; entre grupos de la misma asignatura, entre profesores del mismo departamento, etcétera. Adicionalmente, generan un sentido de pertenencia por parte de todos los involucrados.
- Materia o asignatura. Estas permiten llevar a cabo la comunicación entre profesor y estudiantes. De esta forma, el profesor puede enviar tareas o fechas de entrega, publicar contenidos multimedia que apoyen su actividad docente; por su parte, los estudiantes pueden desarrollar y entregar trabajos individuales o en equipo, así como consultar dudas.

- Asesorías. Este es un subgrupo de los anteriores, en el que el objetivo se acota concretamente a la solución de dudas o problemas que presenten los estudiantes en relación con la clase o con las tareas y trabajos asignados.
- Noticias. Este también es un subgrupo de los mencionados, pues permite la difusión de mensajes por parte del docente. Se publican las actividades para los estudiantes, las fechas de entrega de trabajos o de los siguientes exámenes.
- Estudiantes. Esta opción también brinda una gran riqueza, ya que promueve la autonomía, la colaboración en equipo entre ellos, el estudio grupal y la solución de tareas.

Las redes sociales tienen una gran amplia gama de posibilidades tanto para el profesor como el estudiante de interactuar en diversas formas, por tal motivo el profesor antes de elegir o crear red social o grupo debe de tener en cuenta, que es lo que desea resolver o sus fines académicos. Dado a las herramientas tecnológicas que ofrece las redes sociales los profesores pueden realizar o compartir foros, chat, videos, documentos que ayuden al estudiante lograr sus objetivos de aprendizaje.

Capítulo 3. Metodología de la Investigación

3.1 Contexto de la investigación

Por sus características, el presente trabajo de investigación corresponde al tipo de investigación experimental, teniendo un grupo experimental y un grupo de control. Para la realización de la investigación, se seleccionaron estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

3.2 Descripción de la población

La presente investigación aborda la resolución de ecuaciones diferenciales de primer grado en estudiantes de tercer semestre de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias que cursan la materia “Ecuaciones Diferenciales” durante el ciclo Febrero - Julio 2018. Dado el tamaño de la población, cuarenta y cinco estudiantes, ésta será analizada en su totalidad.

3.3 Descripción de la muestra

La muestra está constituida por estudiantes de tercer semestre de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, las edades de los estudiantes comprenden entre 19 y 21 años; los estudiantes han cursado cálculo diferencial e integral, cálculo vectorial y álgebra elemental.

3.4 Descripción general del curso

El curso de ecuaciones diferenciales, de la jefatura de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, donde se aplicaron los cuestionarios es de tercer semestre. El programa de este curso lo comprende 5 unidades los cuales son: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior, Transformada de Laplace, Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales y series de Fourier. El curso tiene como objetivo: aplicar los métodos de solución de ecuaciones diferenciales

ordinarias para resolver problemas que involucran sistemas dinámicos que se presentan en la ingeniería.

En la unidad *ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden*, se abordan los temas: definición de ecuación diferencial, soluciones de las ecuaciones diferenciales y aplicaciones. Cabe mencionar que para ecuaciones diferenciales, se requiere haber cursado las siguientes asignaturas: cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo vectorial y álgebra elemental.

3.5 Desarrollo de la investigación

El desarrollo de la investigación se realizó en cinco etapas las cuales son:

3.5.1 Revisión de bibliografía.

A través de ella se realizó una búsqueda para obtener información referente a enseñanza-aprendizaje, así como las dificultades que enfrentan los estudiantes al resolver ecuaciones diferenciales; nos enfocamos en aquellos en las que abordan dificultades cognitivas y didácticas.

3.5.2 Analizar las características de los videos tutoriales disponibles en la web.

Los estudiantes recurren a los videos tutoriales como un recurso de aprendizaje, de ahí que se analizara las características de los videos que utilizan los estudiantes para su aprendizaje de los contenidos temáticos de las asignaturas de las matemáticas, donde se pudieron observar que se utilizan tres escenarios comúnmente:

1. El escenario del pizarrón es el medio más utilizado para explicación de un tema de enseñanza; donde el instructor tiene un espacio mayor para la explicación e interacción con los estudiantes como si estuvieran en un aula de clase además es él más visto por los estudiantes como se muestra en la Figura 8.

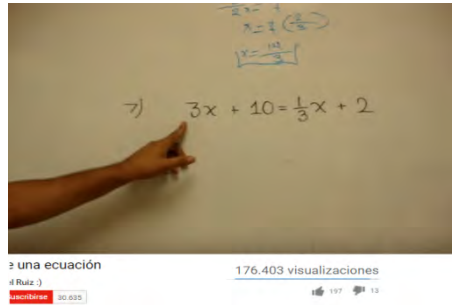


Figura 8. Escenario uso de pizarrón

- Otro escenario es el uso de libreta u hoja de papel, donde el objetivo es igual al anterior escenario, pero una de las desventajas de este es que no hay continuidad en la explicación del tema; además, de no tener una visibilidad amplia en el desarrollo del ejercicio; esto sucede cuando los temas son extensos, ver Figura 9.



Figura 9. Escenario uso de libreta u hoja blanca

- Los programas informáticos es el último escenario, en donde el desarrollo de la enseñanza utiliza programas como: Paint, aunque estos son menos vistos por los estudiantes por no ser atractivo visualmente o porque en algunas ocasiones no son legibles los caracteres matemáticos como se puede observar en la Figura 10.

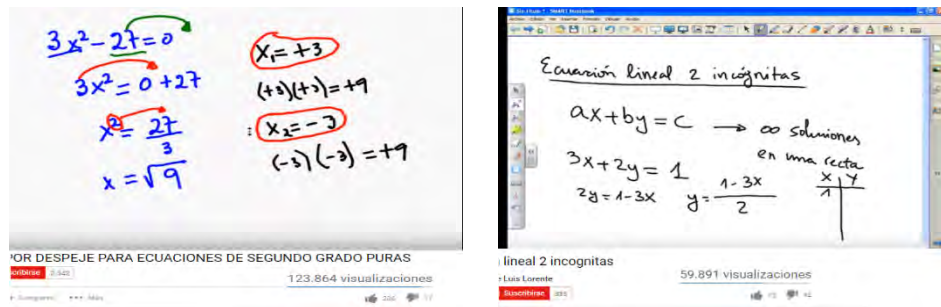


Figura 10. Escenario uso de programas informáticos

3.5.3 Diseño de instrumentos.

Estos instrumentos consisten en seis cuestionarios, los cuales constan de un conjunto de reactivos cuya finalidad pretenden explorar y buscar los diferentes errores o dificultades que presenta los estudiantes.

El primer cuestionario se aplicó a los estudiantes con la finalidad de explorar los errores y dificultades presentan al plantear una función como modelo matemático y al resolver ejercicios de derivación de funciones; el segundo cuestionario tiene la finalidad de explorar los errores y dificultades presentes al plantear una función como modelo matemático, después de haber resuelto el primer cuestionario y visto los temas de álgebra elemental, funciones algebraicas y derivadas de funciones como acción remedial de las deficiencias encontradas; el tercer cuestionario se aplica con la intención de saber el conocimiento de los estudiantes sobre la solución de integrales de funciones algebraicas, que es de suma importancia en la solución de ecuaciones diferenciales de primer orden; el cuarto cuestionario se empleó después que los estudiantes vieran el videotutorial llamado teoría preliminar con el objetivo de medir si pueden clasificar las ecuaciones diferenciales según su tipo, orden, grado y linealidad; el quinto cuestionario se utilizó con propósito de saber las dificultades o errores que comenten los estudiantes al resolver ecuaciones diferenciales de primer orden por el método de separación de variable, después de haber visto los video tutoriales como material de aprendizaje; y el sexto cuestionario se empleó después que los estudiantes vieran los video tutoriales con el propósito de saber las dificultades o errores que comenten al resolver problemas de

aplicación ecuaciones diferenciales de primer orden por el método de separación de variables.

3.5.4 Implementación de actividades

Las actividades se realizaron a lo largo de siete sesiones de clases, las cuales se describen en las siguientes secciones.

Primera sesión de clases.

Se explica los objetivos e importancia de la unidad (Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden) dentro del curso. Se le entrega a cada estudiante los documentos: materiales de clases y materiales de trabajo extra-clases, después se solicita a los estudiantes su participación para aclarar cualquier duda y por último se aplica el primer cuestionario, dando 90 minutos para resolverlo.

El cuestionario 1 contiene una serie de ejercicios, de planteamientos de funciones y solución de derivadas que tiene relación con la solución de ecuaciones diferenciales de primer grado. Su propósito es conocer, por una parte, la forma de abordar o llegar al planteamiento de la función solución, y por otra, las dificultades o errores que presentan y/o comenten los estudiantes al resolver las derivadas. Otra finalidad es poder nivelar a los estudiantes en lo que respecta al planteamiento de una función y solución de derivadas.

Segunda sesión

Una vez aplicado el cuestionario 1 y analizadas las respuestas de los estudiantes para identificar las dificultades y/o errores que comenten, es posible decidir qué temas se verán en modo de repaso con la finalidad de nivelar al grupo en general. Los temas que se verían son: planteamiento de funciones como solución de una situación dada, álgebra elemental y cálculo integral.

Los temas que se verán en modo repaso sin profundizar con los siguientes:

- Álgebra elemental
- Ley de los exponentes de base e
- Ley de los logaritmos naturales
- Funciones algebraicas
- Integración directa

En esta sesión de 2 horas, el maestro resolverá el cuestionario 1 con la intención que el estudiante pueda darse cuenta donde cometió errores o que le faltó realizar. Posteriormente se continúa con la nivelación grupal viendo los temas antes mencionados.

Tercera sesión

En esta sesión, se continúa la nivelación grupal de dos horas, en la primera hora se ven los temas: ley de los exponentes de base e y ley de los logaritmos naturales, donde el estudiante manipula algebraicamente las propiedades de las leyes mencionadas. En la segunda hora, se aborda el tema de funciones algebraicas donde se busca que los estudiantes logren plantear una función como la solución a una problemática.

En esta hora, se realiza un recordatorio de funciones algebraicas, su definición y los tipos de funciones, posteriormente, se les entrega el cuestionario 2 donde se abordan 2 problemas para plantear una función como posible solución a la problemática en un tiempo de 30 minutos y posteriormente se da solución cuestionando las respuestas de los estudiantes.

Cuarta sesión.

En esta sesión de dos horas, se aborda el tema de integración directa, en los primeros 40 minutos resuelven el cuestionario 3 y en el tiempo restante el profesor resuelve el cuestionario con la finalidad de recordar al estudiantes como se encuentra la integral de una función algebraica, no se pretende enseñar los métodos de integración dado que esos temas ya fueron visto ampliamente en la materia de cálculo integral cursado en semestre anteriores.

Quinta sesión (Implementación de videos tutoriales)

En esta sesión de una hora, se visualiza un video acerca de la teoría preliminar de ecuaciones diferenciales, donde se explica que es una ecuación diferencial, como se clasifican según su tipo, orden, grado y linealidad. Al finalizar de visualizar el video, se plantean ecuaciones diferenciales, las cuales el profesor clasifica en colaboración con los estudiantes. Posteriormente, se aplica el cuestionario 4 con la finalidad de verificar que el tema ha sido comprendido por los estudiantes y por último entre los estudiantes intercambian cuestionarios y se da solución al mismo.

Sexta sesión (Implementación de videos tutoriales)

En esta sesión de 1 hora, los estudiantes visualizan 3 videos tutoriales de la solución de ecuaciones diferenciales de primer grado por el método de separación de variable. El profesor, con la participación de los estudiantes, resuelve una serie de ejercicios con la finalidad de reafirmar el procedimiento a realizar al resolver las ecuaciones diferenciales de primer grado. Treinta minutos antes de finalizar la clase, el profesor le proporciona el cuestionario 5 con el propósito de conocer las habilidades de los estudiantes y los errores que comenten al resolver ecuaciones diferenciales de primer grado.

Séptima sesión (Implementación de videos tutoriales)

En esta sesión de 2 horas, como primer paso el profesor aborda el tema sobre el modelado matemático con ecuaciones diferenciales, posteriormente visualizan 3 videos sobre el modelado de ecuaciones diferenciales de primer orden como la ley de enfriamiento de Newton, Mezcla de dos sustancias y Ley de Malthus. Como segundo paso, se entrega el cuestionario 6, el cual consta de 3 problemas, uno de cada problemática vista en la clase.

3.5.5 Analisis e interpretación de resultados

Los instrumentos se aplicaron a un total de 30 estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escarcega que cursan la carrera de ingeniería de industrias alimentarias. Con base en la información recabada, se realiza un análisis de las dificultades y errores cometidos al resolver ecuaciones diferenciales de primer grado por los estudiantes después de la puesta en marcha de las actividades propuestas.

Capítulo 4. Los videos para la enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones diferenciales

Los videos por realizar tienen una finalidad didáctica, para la enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones diferenciales de primer orden, en particular, para estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega.

Los videos serán implementados con los estudiantes de tercer semestre en la materia de ecuaciones diferenciales de la unidad I, específicamente, en el tema aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden, teniendo como objetivo que el alumno aprenda a resolver ecuaciones diferenciales de primer orden.

4.1 La pre-producción

Esta etapa está relacionada con todo lo que sucede antes de grabar, en la cual se plasma las concepciones de la idea general, los objetivos, guión, plan de rodaje y se planea la producción.

4.1.1 Definición del tema y formulación de los objetivos.

Uno de los temas a tratar es la teoría preliminar de las ecuaciones diferenciales de primer orden, es decir, la definición, clasificación según su tipo, grado, orden y linealidad, así como la solución de ecuaciones diferenciales de primer orden por el método de separación donde los objetivos son:

- Que el alumno comprenda que es una ecuación diferencial, así como su clasificación.
- Que el alumno aprenda como resolver una ecuación diferencial de primer orden por el método de separación de variable
- Reducir el tiempo de enseñanza-aprendizaje del tema que es una ecuación diferencial y solución de una ecuación diferencial de primer orden por el método de separación de variables.

El otro tema por tratar es la solución de aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden, en específico, la ley de enfriamiento de Newton, ley de Malthus y mezcla de 2 sustancias, donde los objetivos son:

- Que el alumno aprenda el procedimiento algebraico para resolver la ley de enfriamiento Newton, ley de Malthus y mezcla de 2 sustancias.
- Reducir el tiempo de enseñanza-aprendizaje del tema de la ley de enfriamiento Newton en clases, ley de Malthus y mezcla de 2 sustancias.
- Que el alumno comprenda la ley de enfriamiento Newton, ley de Malthus y mezcla de 2 sustancias, lo cual permita utilizarlo en contextos diferentes.

4.1.2 Elaboración del guión.

Se realizó una búsqueda sobre el tema de aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden, se consultaron fuentes bibliográficas disponibles en la biblioteca del mencionado instituto (Carmona y Filio, 2011), (Zill, 2009), entre otros.

Después de la consulta, se tiene claro los problemas tratar y se plantearon 3 problemas acordes a la carrera de ingeniería en Industrias Alimentarias que a continuación se describen:

Problema # 1 “Ley de enfriamiento de Newton”

En el proceso de elaboración de queso, la leche debe de hervirse hasta los 80 °C, posteriormente, se deja enfriar hasta que alcanza los 35 ° C para poder agregarle el cuajo, el cual tiene una enzima encargada de separar la caseína de su fase líquida.

¿Cuánto tiempo tardará en enfriarse la leche de la temperatura 80 °C a 35 °C si la temperatura en la habitación donde se realiza el proceso es constante?

Problema # 2 “Ley de Malthus”

Se sabe que la tasa de crecimiento de una determinada población de bacterias es directamente proporcional al número de bacterias existentes. Se realizó un estudio a una muestra de carne, se le introdujeron 120 bacterias. La muestra se introdujo en un medio esterilizado para su estudio,

el cual se observó que la población de bacterias se duplica cada 3 horas. ¿Cuál será la población de bacterias después de haber transcurrido 48 horas?

Problema # 3 “Mezcla de 2 sustancias”

Un tanque grande de mezcla inicialmente contiene 400 galones de salmuera. Otra solución de salmuera se introduce en el tanque a una velocidad de 4 galones por minuto; en este flujo la concentración de sal es de 2 libras por galón. Cuando la solución se mezcla bien en el tanque, se extrae al mismo ritmo que la solución de entrada. Encuentre el número $A(t)$ de gramos de sal presentes en el tanque en el tiempo t .

Para los videos tutoriales de los problemas se plantea las sinopsis siguientes:

Sinopsis Problema # 1 “Ley de enfriamiento de Newton”

Se presenta la problemáticas, posteriormente tres estudiantes contestan como sabrían el tiempo en tardaría en enfriarse la leche en el proceso de elaboración de queso, luego el maestro resuelve dicha problemática utilizando la ley de enfriamiento de Newton, acto seguido muestra el tiempo real y tiempo estimado en enfriarse la leche y por último los estudiantes explican la importancia de lo explicado por el maestro y adonde lo aplicarían.

Sinopsis Problema # 2 “Ley de Malthus”

El maestro en una mesa de trabajo del laboratorio presenta la problemática, posteriormente le pregunta a los alumnos como resolvería la problemática, acto seguido el profesor empieza a resolver el problema con la ley de Malthus, al final los estudiantes enfatizan su importancia y sus futuras aplicaciones.

Sinopsis Problema # 3 “Mezcla de 2 sustancias”

Se presenta la opinión de un estudiante sobre el curso de ecuaciones diferenciales, posteriormente el maestro en un laboratorio presenta la problemática y empieza a resolver el problema usando una ecuación de diferencial, al final los estudiantes enfatizan su importancia y sus futuras aplicaciones.

En base a las sinopsis planteadas de los problemas se elaboraron los siguientes guiones, cabe mencionar que para el audio del guión de las respuestas de los

estudiantes es información autentica obtenida del planteamiento del problema a ellos.

Guión del Problema # 1 “Ley de enfriamiento de Newton”

Guión			
Video	Audio	Tiempo	Duración
Se muestra el problema a resolver	En el proceso de elaboración de queso la leche se debe de hervir hasta los 80 °C, posteriormente se dejarse enfriar hasta que alcanza los 35 ° C para poder agregarle el cuajo, el cual tiene una enzima encargada de separar la caseína de su fase líquida. ¿Cuánto tiempo tardará en enfriarse la leche de la temperatura 80 °C a 35°C si la temperatura en la habitación donde se realiza el proceso es contante?	30 s	30 s
Se cuestiona al Alumno 1	Explica como estimaría el tiempo de espera	30 s	60 s
Se cuestiona al Alumno 2	Explica como estimaría el tiempo de espera	30 s	90 s
Se cuestiona al Alumno 3	Explica como estimaría el tiempo de espera	30 s	120 s
El maestro explicando	Explicación del maestro como resolver el problema pasó a paso.	150 s	270 s
El maestro mostrando diferencia	El maestro muestra una gráfica del tiempo real vs. tiempo estimado calculado con la ley de enfriamiento de Newton	30 s	300 s
El alumno	Explica la importancia de la ley de enfriamiento de Newton adonde la aplicaría.	30 s	330 s

Guión del Problema # 2 “Ley de Malthus”

Guión			
Video	Audio	Tiempo	Duración
Se muestra el problema a resolver	Se sabe que la tasa de crecimiento de una determinada población de bacterias es directamente proporcional al número de bacterias existentes. Se realizó un estudio a una muestra de carne, se le introdujeron 120 bacterias. La muestra se introdujo en un medio esterilizado para su estudio, el cual se observó que la población de bacterias se duplica cada 3 horas. ¿Cuál será la población de bacterias después de haber transcurrido 48 horas?	60 S	60 S
Se cuestiona al Alumno	Explica como resolvería el problema	60 S	120 S
El maestro explicando	Explicación del maestro como resolver el problema pasó a paso.	240 S	360 S
Alumno	Explica su importancia en las aplicaciones de la industria alimentarias	60 S	420 S

Guión del Problema # 3 “Mezcla de 2 sustancias”


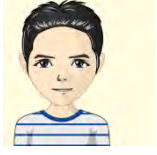
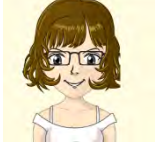


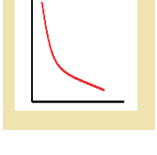
Guión			
Video	Audio	Tiempo	Duración
El alumno explicando la importancia de las ecuaciones diferenciales	Alumno explica la importancia de las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales dentro su carrera	60 S	60 S
Se muestra el problema a resolver	Un tanque contiene 200 litros de fluido en el cual se han disuelto 30 gramos de sal. La salmuera, que contiene un gramo de sal por litro se bombea hacia el depósito a una velocidad de 4 L/min; perfectamente mezclada, la solución se bombea hacia fuera a la misma velocidad. Encuentre el número A (t) de gramos de sal presentes en el tanque en el tiempo t.	60 S	120 S
El maestro explicando	Explicación del maestro como resolver el problema pasó a paso.	240 S	360 S

Después de elaborar los guiones realizamos los storyboards para crear una representación previa, la cual nos ayudará a guiarnos en la parte visual de nuestro trabajo. En él se bosqueja la secuencia de la toma; no se requieren grandes habilidades de dibujo ni de diseño, lo importante es que quede claro cómo se verá la toma.





Los storyboards de los 3 problemas de las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden se muestran a continuación:

Storyboard del problema # 1 “Ley de enfriamiento de Newton”



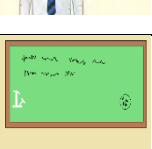
STORYBOARD

	Audio: El maestro presenta el problema.
	Audio: Cómo piensa el alumno 1 que obtendría la respuesta.
	Audio: Cómo piensa el alumno 2 que obtendría la respuesta.
	Audio: Cómo piensa el alumno 3 que obtendría la respuesta.
	Audio: El maestro explica cómo resolver el problema.
	Audio: El maestro explica las gráficas de las funciones obtenidas por los estudiantes.
	Audio: Los estudiantes explican la importancia de la ley de Newton y sus futuras aplicaciones.

Storyboard del problema # 2 “Ley de Malthus”

STORYBOARD	
	<p>Audio:</p> <p>El maestro presenta el problema.</p>
	<p>Audio:</p> <p>Cómo piensa el alumno 1 que obtendría la respuesta.</p>
	<p>Audio:</p> <p>El maestro explica cómo resolver el problema.</p>
	<p>Audio:</p> <p>Alumno explica la importancia de la ley de Malthus y sus futuras aplicaciones.</p>

Storyboard del problema # 3 “mezcla de dos sustancias”

STORYBOARD	
	<p>Audio</p> <p>Alumna explica la importancia de aplicaciones de la EDO de primer orden dentro de la industria alimentaria.</p>
	<p>Audio:</p> <p>El maestro presenta el problema.</p>
	<p>Audio:</p> <p>El maestro explica cómo resolver el problema.</p>

Después de realizar los storyboards, pasamos a realizar los planes de grabación, los cuales nos ayudarán a tener un control de los detalles de grabación por día, a continuación, se muestran los planes de grabación de los 3 problemas planteados anteriormente.

Plan de grabación video # 1 “Ley de enfriamiento de Newton”

Plan de grabación									
Título: Ley de enfriamiento de Newton					Fecha:				
			Cámara:						
			Sonido:						
			Elenco o Entrevistados: Prof. Eliezer del Jesús Casado Ramírez						
Hora	Tiempo	Escena	Locación	Entrevistado	Int	Ext	Día	Noche	Notas
					x		x		Reunión de trabajo (Preparativos y ensayo)
		1	Laboratorio	Alumno 1	x		x		
		2	Laboratorio	Alumno 2	x		x		
		3	Laboratorio	Alumno 3	x		x		
		4	Salón	Maestro	x		x		
		5	Salón	Maestro	x		x		
		6	Laboratorio	Alumno	x		x		

Plan de grabación video # 2 “Ley de Malthus”

Plan de grabación									
Título: Ley de Malthus					Fecha:				
			Cámara:						
			Sonido:						
			Elenco o Entrevistados: Prof. Eliezer del Jesús Casado Ramírez						
Hora	Tiempo	Escena	Locación	Entrevistado	Int	Ext	Día	Noche	Notas
					x		x		Reunión de trabajo (Preparativos y ensayo)
		1	Salón	Maestro	x		x		
		2	Laboratorio	Alumno					
		3	Salón	Maestro	x		x		
		4	Laboratorio	Alumno	x		x		

Plan de grabación video # 3 “Mezcla de dos sustancias”

Plan de grabación									
Título: Mezcla de dos sustancias					Fecha:				
			Cámara:						
			Sonido:						
			Elenco o Entrevistados: Prof. Eliezer del Jesús Casado Ramírez						
Hora	Tiempo	Escena	Locación	Entrevistado	Int	Ext	Día	Noche	Notas
					x		x		
		1	Laboratorio	Alumno	x		x		Realizar ensayo para reducir nervios en los alumnos
		2	Salón	Maestro	x		x		

4.1.3 Planificación de la producción:

- Formación del equipo:

- Director: Profe. Eliezer del Jesús Casado Ramírez,
- Camarógrafo responsable de realizar la toma: alumno,
- Actores: tres estudiantes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentaria, mismo que tendrán la tarea de ser también asistentes en la producción de los videos.
- Asistentes: dos estudiantes los que estarán apoyando en todo momento de la grabación haciendo actividades como: estar pendiente de la iluminación, que los estudiantes que se encuentren el laboratorio no hagan ruido, que no enciendan los equipos, etc.

- Financiamiento:

La realización de los video tutoriales no cuenta con financiamiento externo, por lo tanto, solo cuenta con financiamiento propio.

- Presupuesto de producción:

No se requirió presupuesto de producción, ya que los videos tutoriales fueron elaborados por el profesor con colaboración de los estudiantes. Los equipos como

la cámara, el micrófono y la computadora son del profesor y la posproducción se realizó en las instalaciones del ITSE.

- Plan de producción

La toma de las escenas de los videos se realiza en horarios de 4:00 a 6:00 pm en el laboratorio de industrias alimentarias, la edición de video tutoriales se realizó en las instalaciones del ITSE

- Casting:

Se realizó un casting a un total de 10 estudiantes con un promedio entre 75 y 85, los cuales fueron seleccionados 3 por su fluidez al hablar y tono de voz.

- Locaciones:

La locación será el laboratorio debido a que los estudiantes a quien será dirigido el video tutorial son estudiantes de la carrera de ingeniería en industrias alimentarias, y es un lugar donde se encuentran familiarizados.

4.2 La producción.

En esta esta etapa ejecutamos lo planeado en la pre-producción. Antes de empezar a grabar se realizó una reunión con todo el personal inmerso en la elaboración del video tutorial, se hizo una revisión del guión y del plan de trabajo del equipo de producción.

Para la grabación del video tutorial se realizó:

- Coordinación del equipo humano

Para una coordinación del todo equipo se realizó una junta antes de empezar a grabar los videos tutoriales, para organizar todo lo relacionado con la captura de imágenes y audios, asignar tareas y responsabilidades.

- Pruebas de audio y de video.

Se realizaron pruebas de audio y videos, se ensayaron los diálogos de las escenas del video tutorial, para que los actores, es decir los estudiantes se relajaran y perdieran el nerviosismo al estar frente de la cámara.

- Grabación

Es importante tener un respaldo de lo grabado. Se grabó cuantas veces fue necesario sobre todo cuando no estábamos conforme con las tomas, siendo de

gran ayuda al momento de editar las imágenes, dado que se puede seleccionar la mejor toma de un instante determinado del video.

- Cuidado del ruido interno y externo

Para tener un mejor control del ruido interno y externo se trabajó en el laboratorio en horas donde los estudiantes realizaban menos actividades en el laboratorio

- Cuidado del enfoque, plano y ángulo de grabación

Usaremos Primer plano medio, el cual abarca de la altura del hombro hasta la cabeza de los actores y ángulos normales y el ángulo de la cámara es paralelo al suelo y se encuentra a la altura de los ojos o de un objeto.

No se utilizará ningún zoom durante las grabaciones del video.

- Cuidar la continuidad:

El tiempo va en la misma dirección que en la realidad. Una de las características principales de un buen montaje es que mantiene la continuidad, es decir, un perfecto ajuste de movimientos en el video. Hay que tener cuidado en los detalles como de vestuario y escenas si no se va a grabar en solo día y la grabación de imagen continuaran en días posteriores.

4.3 La post- producción.

Después de haber terminado el registro de imágenes y audios llegamos a la última etapa de la elaboración del video, la cual es la posproducción. Esta etapa consiste en editar el video y hacerlo consistente como en el guión. En esta tercera etapa, se revisa el material, se seleccionan las imágenes y audio para crear nuestro video planeado.

En esta etapa realizamos:

- Revisar el Material

Una vez realizadas la toma de imágenes y audio, se importaron a la computadora para respaldarlas y reproducirlas, posteriormente seleccionamos la que utilizaremos para nuestro video.

- Selección del programa de edición.

Una vez seleccionadas la toma de imágenes y audio seleccionamos un programa la edición de los mismos. En este caso, nosotros seleccionamos el programa Windows Movie Maker por lo fácil y práctico de utilizar.

- Montaje

Nos referimos al acomodo y recorte de las tomas de imagen audio elegidas en la línea de tiempo del video. Es una labor tediosa que requiere cortar las escenas de manera precisa y acomodarlas según el guión. El cambiar la posición de alguna toma de imagen o audio tiene grandes como consecuencia como el de cambiar el sentido del mensaje.

- Elección de transiciones

En el montaje, durante el cambio de una escena a otra en el video se utilizan transiciones, nosotros utilizamos la transición tipo disolvencia la cual en una nueva escena va apareciendo encima de una antigua que se difumina y transición tipo fundido la cual es una transición más marcada que la disolvencia y se interpreta como un punto y aparte de la acción. Se utiliza sobre todo para iniciar o concluir una secuencia en el video.

- Elaboración de títulos y créditos.

El título de entrada; debe ser llamativo, claro y sintetizar el tema central, cada estudiante entrevistado lleva un texto de identificación en el lado inferior, también conocido como “súper”, el cual contendrá su nombre e institución y ocupación. Respecto a los créditos se colocaron al final de video para listar y acreditar a los miembros del equipo implicado en la producción.

4.4 Difusión de los videos

Después del trabajo arduo en la elaboración de nuestros video tutoriales, nos queda la terea de compartir o difundir a nuestro público, específicamente a nuestros estudiantes el trabajo realizado.

Como sabemos, en la actualidad, el internet juega un papel muy importante en nuestros estudiantes, ya que es una herramienta que usan a diario en sus hogares o en la escuela para realizar sus tareas escolares o revisar páginas de intereses

particulares, como Hotmail, Gmail, Instagram, Facebook, YouTube por mencionar algunas.

En la comunidad estudiantil, una forma de compartir información, ya se apuntes escolares, tareas, examen, videos, músicas, etc. es mediante el uso de las redes sociales, las cuales tienen acceso casi a diario. Las redes sociales o los medios de difusión que se utilizarán en nuestra implementación didáctica con el fin que los estudiantes aprendan ecuaciones diferenciales de primer orden son el Facebook y YouTube por ser las más utilizadas en nuestra comunidad estudiantil. Los video tutoriales realizados para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega fueron alojados en YouTube con la finalidad que los estudiantes tuvieran acceso a ellos desde su casa en cualquier momento. Estos videos se pueden acceder en la liga

https://www.youtube.com/channel/UChRqpb-WZywdKcin_HDJcQw/videos

Capítulo 5. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de los cuestionarios en las sesiones de clases, la cual se aplicó a estudiantes de tercer semestre de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, como se especifica en la metodología utilizada en esta investigación.

El análisis se realizó considerando las producciones de los estudiantes, tomando en cuenta las argumentaciones y solución de los problemas con el propósito de detectar las dificultades y errores en el aprendizaje del tema las ecuaciones diferenciales de primer grado. Al finalizar las siete sesiones de clases se aplica a los estudiantes una encuesta de satisfacción sobre la implementación de los videos tutoriales en clases.

Los video tutoriales realizados para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega fueron alojados en YouTube con la finalidad que los estudiantes tuvieran acceso a ellos desde su casa en cualquier momento.

5.1 Análisis de las actividades de aprendizaje aplicadas al grupo

A.

5.1.1 Primera sesión

El cuestionario 1 está compuesto por 2 problemas de planteamiento de funciones como modelos matemáticos de una situación dada y 10 ejercicios de encontrar la derivada, cuyo propósito es conocer, por una parte la forma de abordar o llegar al planteamiento de la función solución y por otra las dificultades o errores que presentan y/o comenten los estudiantes al resolver las derivadas. En la Figura 11, se muestran los resultados obtenidos de los estudiantes en los 2 problemas del cuestionario 1.

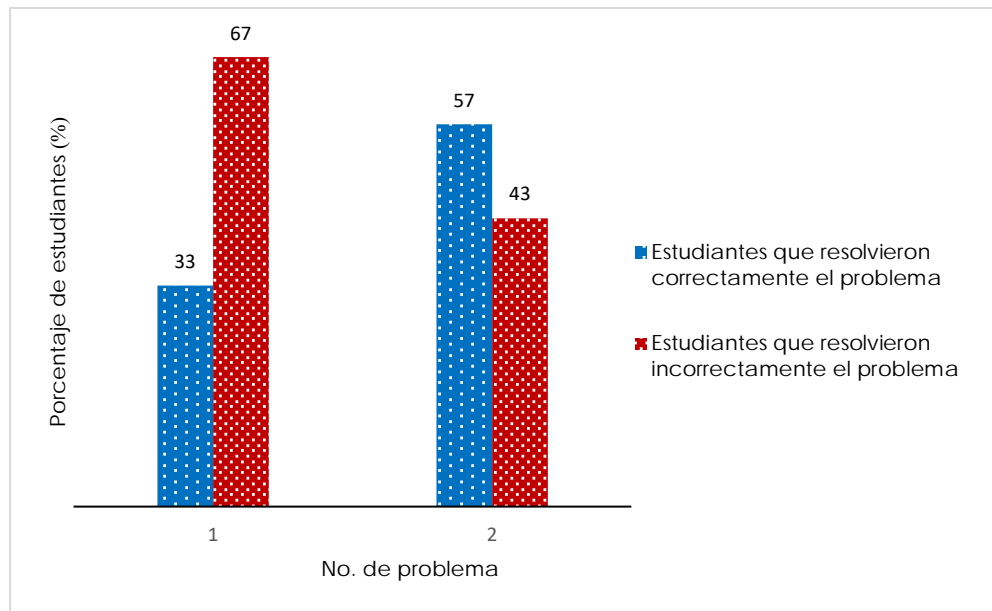


Figura 11. Resultados de los estudiantes en los 2 problemas del cuestionario 1

Del problema 1, el error más cometido por los estudiantes es que el alumno identifica que tiene que multiplicar las 3 dimensiones para encontrar el volumen, sin embargo, a lo largo y al ancho no le descuenta 2 veces la altura x ; otro es, el alumno trata de buscar el perímetro en términos de x e y que iguala al área, de ahí pretende buscar el valor de las incógnitas, ver Figura 12. Por otro lado, el alumno encuentra las dimensiones de lo largo y ancho de la caja en términos de x , pero no determina el volumen; finalmente, el alumno multiplica los valores de la base y ancho descontándole un solo valor de la altura y no dos en términos de x , ver Figura 12. Cabe destacar que de los 30 estudiantes, cinco no hicieron el intento de resolverlo.

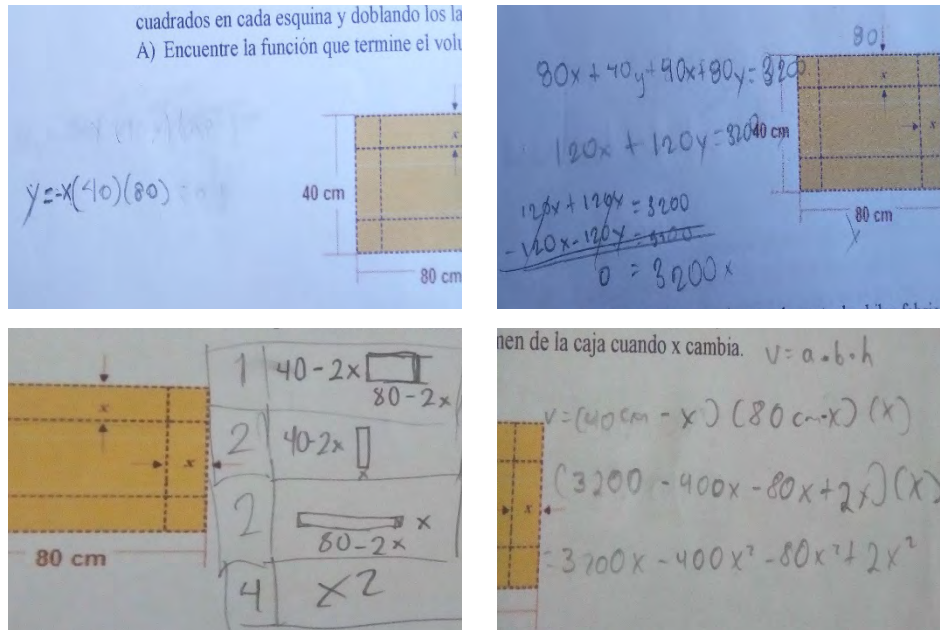


Figura 12. Ejemplos de errores en problema 1 del cuestionario 1

Del problema 2, un alumno plantea las dimensiones de la caja, pero no las multiplica para encontrar el volumen, un segundo alumno multiplica lo que considera las dimensiones de la caja, pero no expresa la altura y amplitud de la caja en relación con su profundidad (ver Figura 13) y solo 3 estudiantes no intentaron resolverlo.

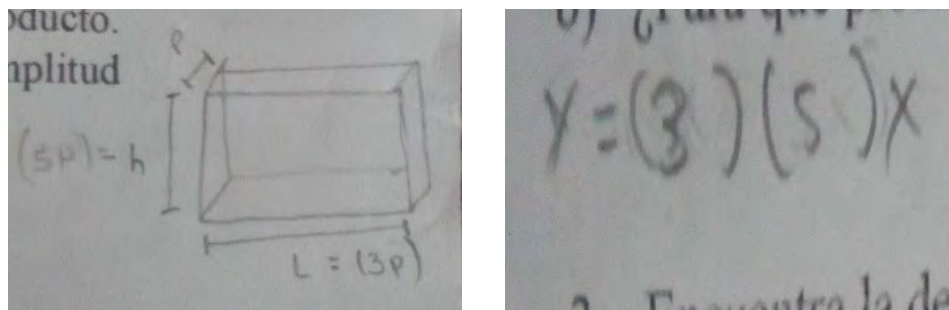


Figura 13. Ejemplos de errores en problema 2 del cuestionario 1

La Figura 14 se muestra el resultado de los estudiantes en la segunda parte del cuestionario que es encontrar la derivada de una función de la cual podemos observar que los ejercicios 5, 7 y 8 fueron los más errados.

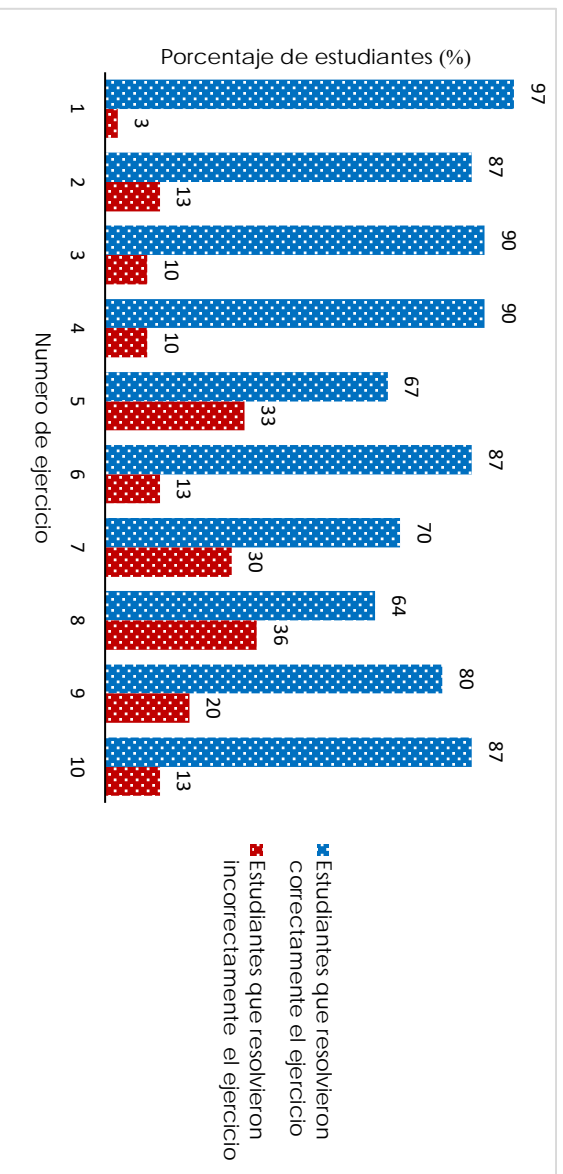


Figura 14. Resultado de los estudiantes en los ejercicios de deriva del cuestionario

De los problemas de las derivadas el ejercicio 5 donde se aplica la multiplicación de dos funciones y los ejercicios 7 y 8 donde se aplica la división de dos funciones, los estudiantes obtuvieron 33%, 30% y 36% de error respectivamente en sus soluciones. Algunas de errores que cometieron los estudiantes es que olvidan derivar el argumento de las funciones trigonométricas, olvidan multiplicar el resultado de la derivada por el coeficiente u olvidan un signo de más o menos, aplicación incorrecta de la fórmula multiplicación de dos funciones (ejercicio 5) la consideran como si fueran la suma de dos funciones, aplicación de incorrecta de la fórmula de la división de dos funciones (ejercicio 7 y 8) como se muestra en la Figura 15.

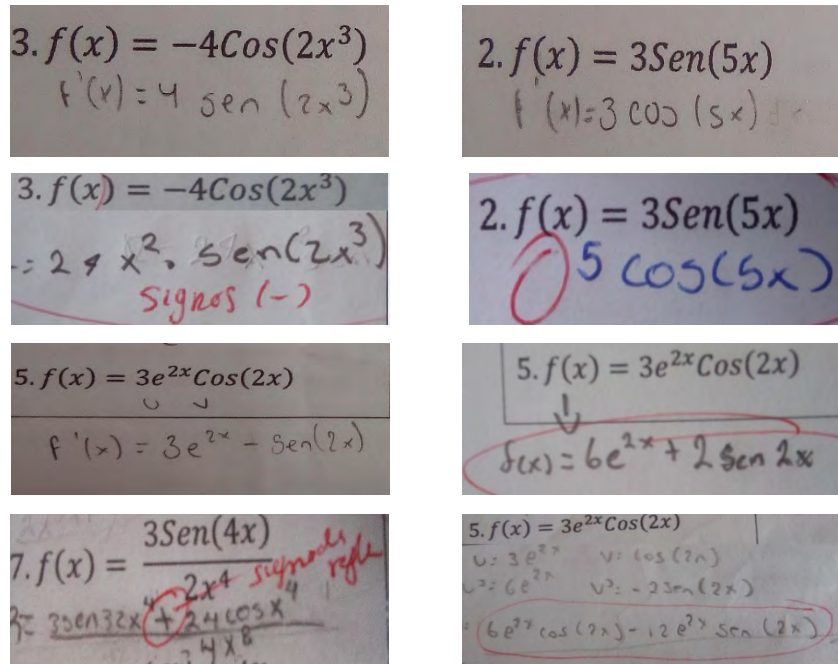


Figura 15. Ejemplos de errores en ejercicios 5,7 y 8 del cuestionario 1

5.1.2 Segunda sesión

En esta sesión, se comienza preguntándoles a los estudiantes como les fue al resolver el cuestionario 1, en que creen fallar, que dificultades tuvieron. Posteriormente, de los errores y dificultades encontradas en el análisis de las respuestas de los estudiantes en cuestionario 1, se abordan como acción remedial los temas de algebra elemental, funciones algebraicas, derivadas de funciones en un tiempo de una hora.

Posteriormente, el profesor resuelve el cuestionario 1 con la participación de los estudiantes con la finalidad que puedan darse cuenta donde cometieron errores o que les faltó realizar.

5.1.3 Tercera sesión

En esta sesión, se continua nivelando al grupo atendiendo las deficiencias detectadas en el cuestionario 1, se abordó los temas ley de los exponentes de base e y ley de los logaritmos naturales donde el estudiante manipulará algebraicamente las propiedades de las leyes mencionadas anteriormente (ver Figura 16) en un tiempo de una hora.

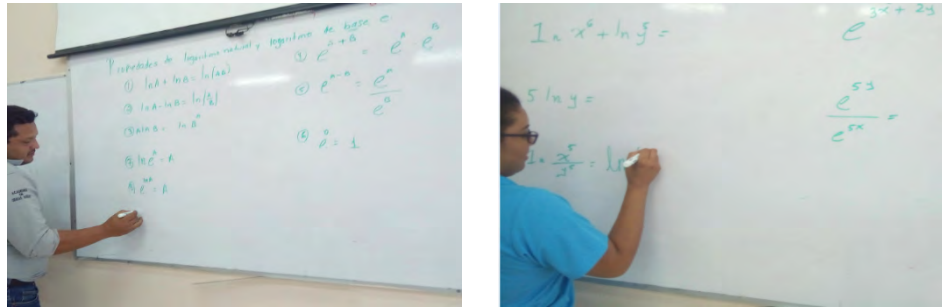


Figura 16. Actividades de la tercera sesión

En la segunda hora, se realiza un recordatorio del tema de funciones algebraicas en modo de charla donde los estudiantes expliquen que es una función y sus tipos. Posteriormente, se les entrega el cuestionario 2, donde deben resolver 2 problemas y plantear una función como solución a la problemática en un tiempo de 30 minutos. Posteriormente, se da solución promoviendo la participación de los estudiantes, en la Figura 17 se muestran los resultados obtenidos de los estudiantes en el cuestionario, donde se puede observar que obtuvieron mejores resultados en el problema 1.

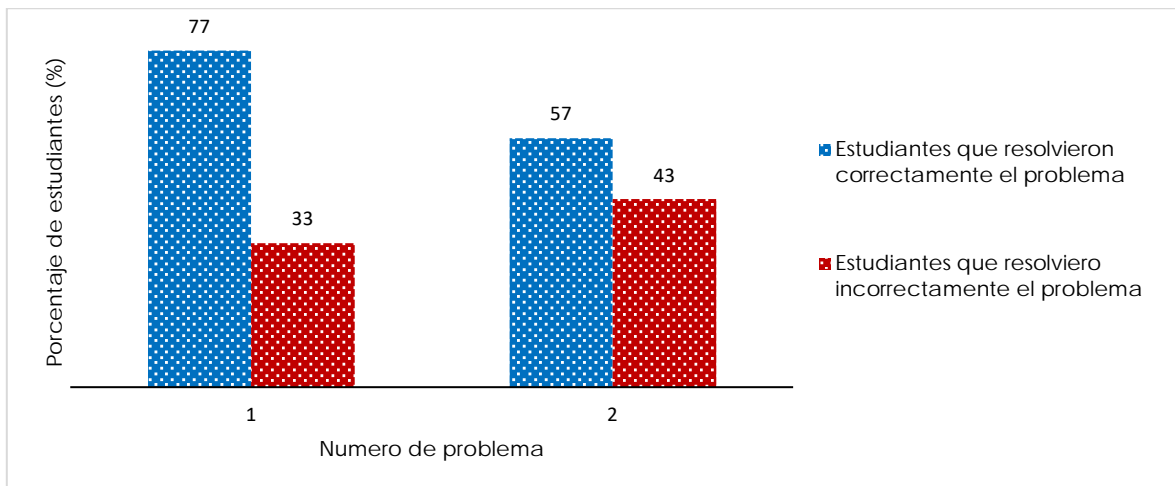


Figura 17. Resultados de los estudiantes en el cuestionario 2

De los errores cometidos por los estudiantes, podemos decir que, en el problema 1 presentaron los errores siguientes: olvido de la fórmula de área del círculo, reducción de términos incorrecta, mal despeje al obtener h de la fórmula de volumen

total. El principal problema fue el encontrar una expresión que relacione a la altura h y el radio r del cono, ver Figura 18.

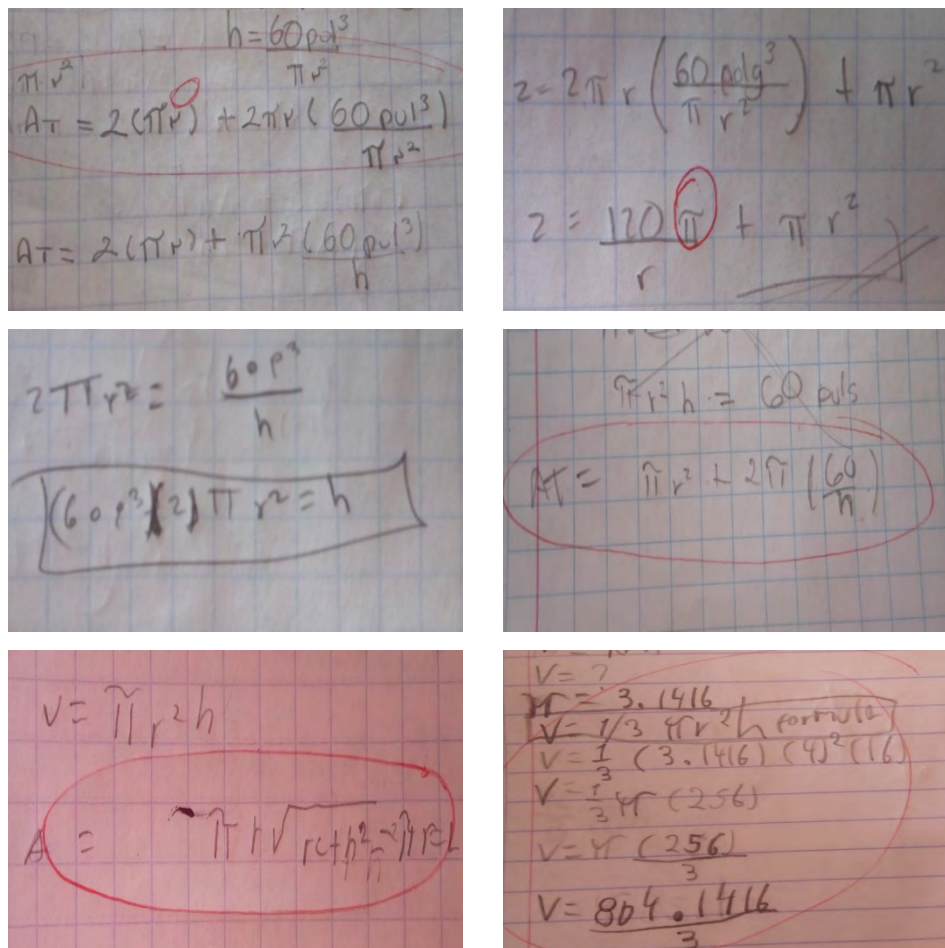


Figura 18. Ejemplos de errores en ejercicios 5,6 y 9 del cuestionario 3

5.1.4 Cuarta sesión.

En esta sesión, se abordó la integración directa de funciones algebraicas, para ello se les pidió a los estudiantes que resolvieran el cuestionario 3 en un tiempo de 40 minutos. Posteriormente, se resuelve los ejercicios aclarando las dudas de los estudiantes. En esta sesión, solo buscamos saber cuáles son los errores o dificultades de los estudiantes al realizar la integral de las funciones algebraicas no se busca profundizar en el tema de integración ya que esos demás ya fueron vistos en la asignatura de cálculo integral, cursada en segundo semestre. La Figura 19 muestra el resultado de los estudiantes en la solución de las integrales del

cuestionario 3 del cual podemos observar los ejercicios 5, 6 y 9 son los que tienen mayor porcentaje de error, siendo 33%, 47%, y 63% respectivamente.

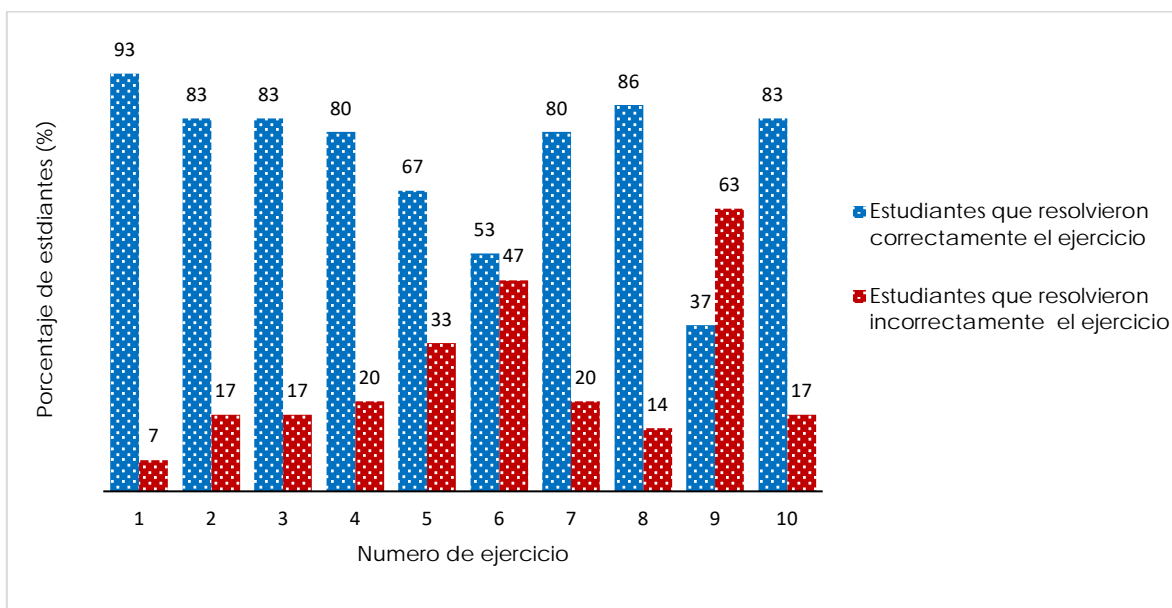


Figura 19. Resultados de los estudiantes la solución de integrales directas del cuestionario 3

En los otros ejercicios, los errores cometidos por los estudiantes se deben por aplicación incorrecta de fórmula de integración. Por ejemplo, en el ejercicio 2, olvidaron pasar al denominador x^6 al numerador como x^{-6} , multiplicación o división incorrecta de fracciones, descuido en la multiplicación de signos u olvido de algún signo de más o menos, desconocimiento de cómo abordar la solución y en caso particular en los ejercicios 6 y 9 el error es el no aplicación del método de integración por sustitución trigonométrica, ver Figura 20.

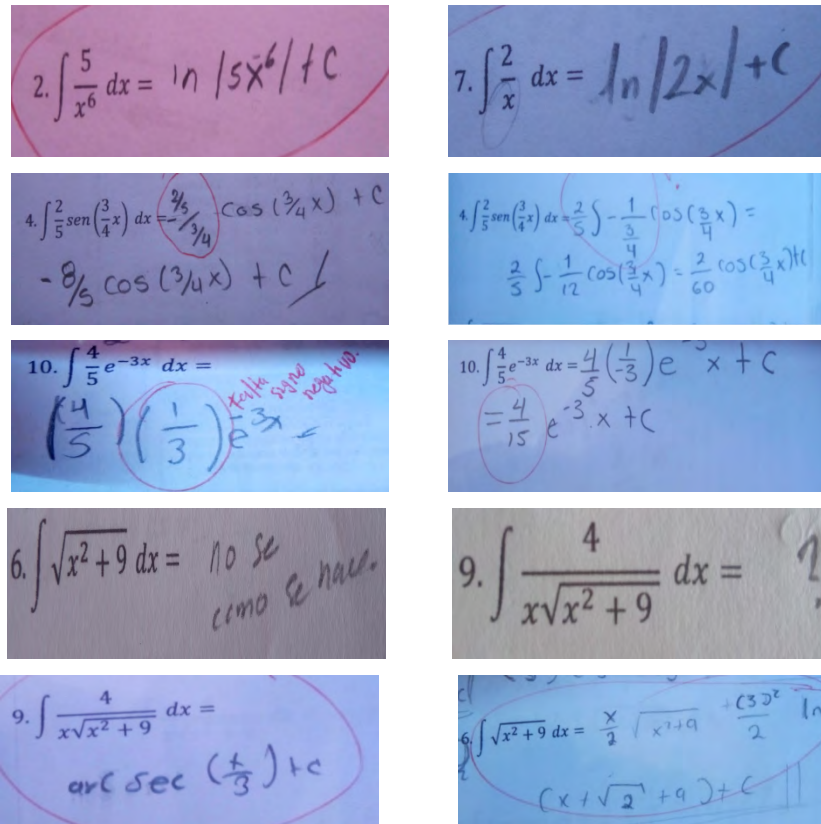


Figura 20. Ejemplos de errores en ejercicios 5,6 y 9 del cuestionario 3

5.1.5 Quinta sesión (Implementación de videos tutoriales.)

En esta sesión de una hora, se visualiza un video con la teoría preliminar de ecuaciones diferenciales, donde se explica que es una ecuación diferencial, como se clasifican según su tipo, orden, grado y linealidad. Al finalizar el video, se plantean ecuaciones diferenciales, las cuales el profesor clasifica en colaboración con los estudiantes. Posteriormente, se aplica el cuestionario 4 con la finalidad de verificar que el tema ha sido comprendido por los estudiantes y por último entre los estudiantes intercambian cuestionarios y se da solución al mismo.

El cuestionario 4 está compuesto por 10 ecuaciones diferenciales, donde el estudiante debe clasificar según su tipo, orden, grado y linealidad. En el cuestionario antes mencionado, el 71% de los estudiantes no cometieron error alguno al clasificar las ecuaciones diferenciales según su tipo (ver Figura 21); el 42% de los estudiantes pudo clasificar las ecuaciones diferenciales según su orden (ver Figura 22); el 36% acertaron en clasificar las ecuaciones según su grado (ver Figura

23) y solo el 10% pudo clasificar todas las ecuaciones diferenciales según su linealidad (ver Figura 24). Podemos concluir que los estudiantes no comprendieron cómo saber si una ecuación diferencial es lineal o no lineal.

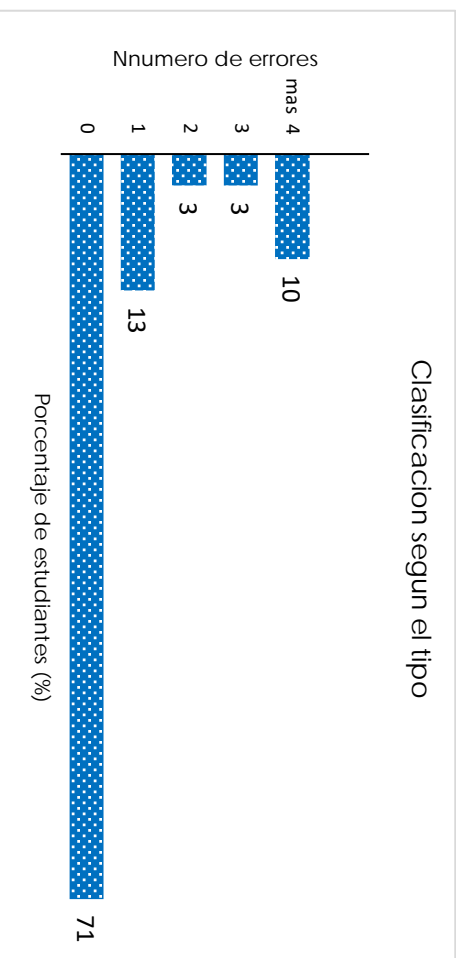


Figura 21. *Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su tipo*

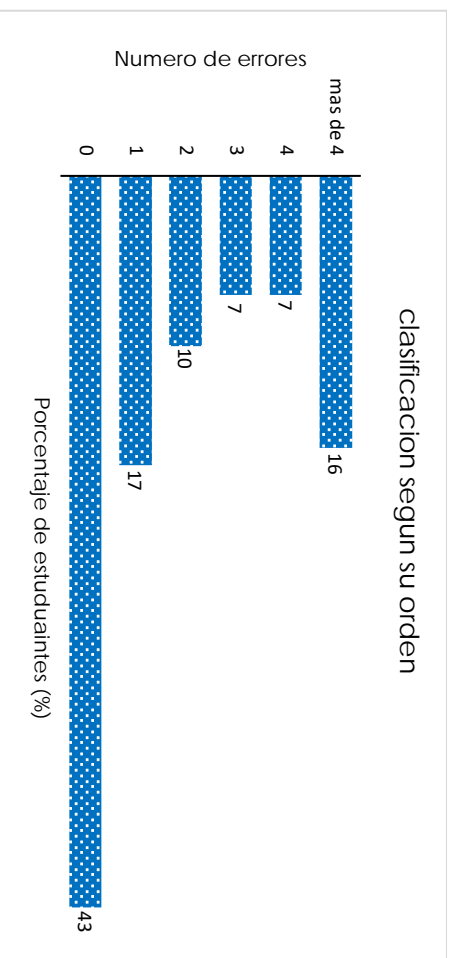


Figura 22. *Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su orden*

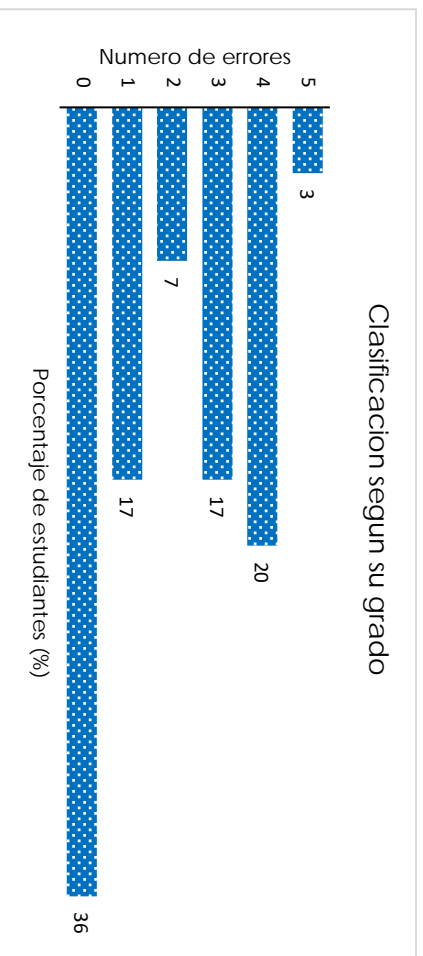


Figura 23. *Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su grado*

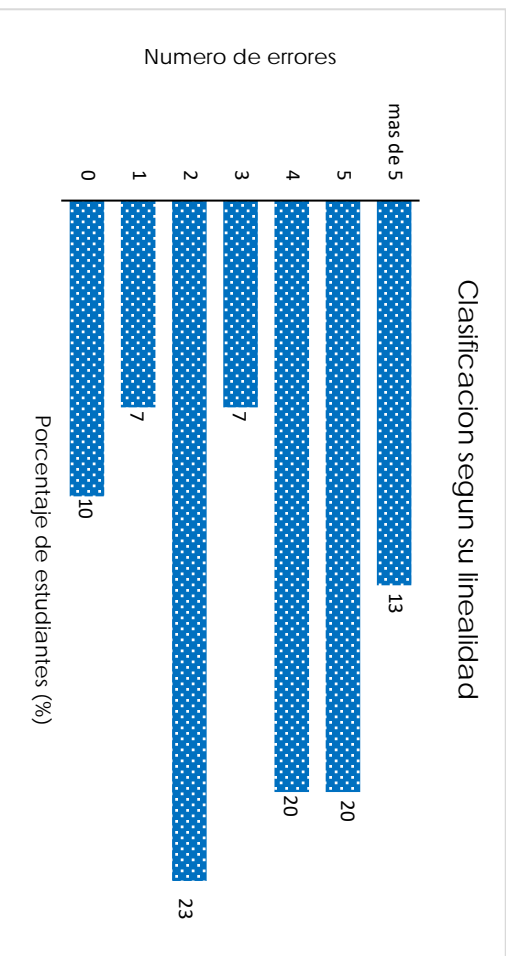


Figura 24. *Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su linealidad*

5.1.6 Sexta sesión (Implementación de videos tutoriales.)

En esta sesión, los estudiantes visualizaron 3 videos tutoriales de la solución de ecuaciones diferenciales de primer grado por el método de separación de variable. Se reprodujo dos veces cada video, donde el profesor atendió las dudas de los estudiantes, para poder conocer las habilidades o los errores que comenten los estudiantes al resolver ecuaciones diferenciales de primer orden por el método de separación de variables, se les aplicó el cuestionario 5 compuesto de 10 ejercicios, en la Figura 25 se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes.

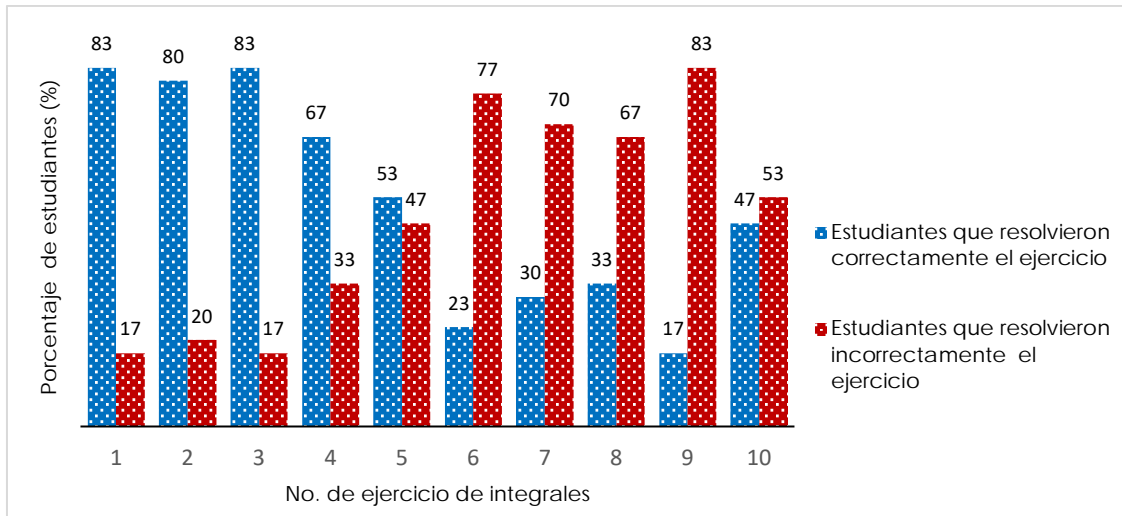


Figura 25. Resultados de los estudiantes en los ejercicios del cuestionario 5

Un bajo porcentaje de estudiantes presentaron problemas al resolver los ejercicios 1, 2 y 3, una problemática principal es que los estudiantes realizan la separación de variable de la ecuación diferencial de primer orden correctamente, pero resuelven incorrectamente la ecuación o simplemente no resuelven la ecuación (ver Figura 26).

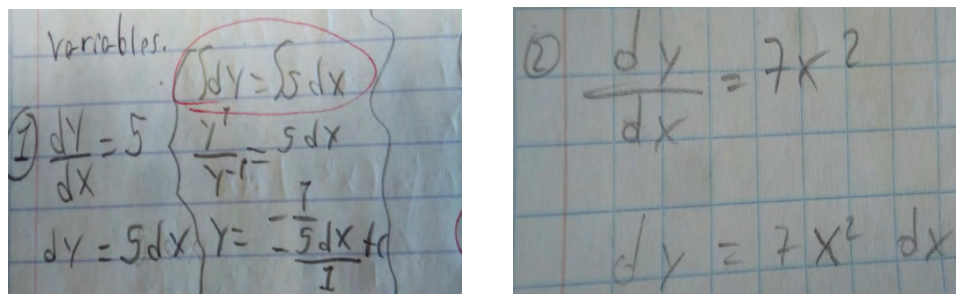


Figura 26. Ejemplos de errores en ejercicios 1 a 3 del cuestionario 5

En los ejercicios 4, 5 y 10 se puede ver que los estudiantes logran realizar la separación de variables correctamente, sin embargo, al momento de resolver la ecuación cometen errores algebraicos al replantear las integrales o resuelven mal la integral; otro tipo de error es al momento de tratar de despejar la variable independiente y . En el caso particular de los ejercicios 5 y 10, el desconocimiento de las propiedades de los logaritmos naturales de base e provoca que los

estudiantes comentan errores al realizar la separación de variable como se ilustra en la Figura 27.

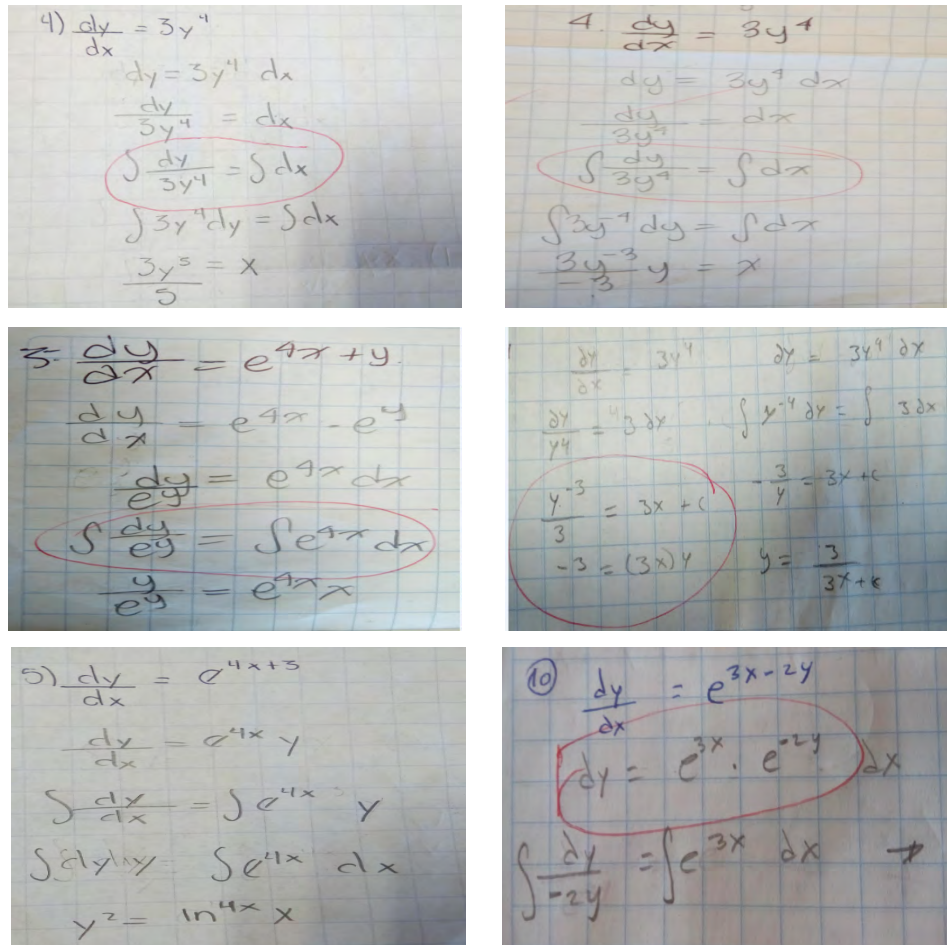


Figura 27. Ejemplos de errores en ejercicios 4, 5 y 10 del cuestionario 5

Un alto porcentaje de estudiantes resolvieron incorrectamente los ejercicios 6, 7, 8 y 9. La principal causa fue que al realizar la separación de variables de la ecuación diferencial de primer orden cometían errores algebraicos de despejes, no factorizan, dejaban las variables x e y en algún lado de la ecuación, no saben cómo resolver la integral con raíz cuadrado o despejaron incorrectamente raíz (ver Figura 28).

$$7) \quad xy \frac{dy}{dx} = 2 + y^2$$

$$\frac{dy}{dx} xy = 2 + y^2$$

$$\int dy y + y^2 = \int 2x dx$$

$$\int dy y^3 = \int 2x dx$$

$$\frac{dy}{y^3} = \frac{2x^2}{2}$$

$$6) \quad x^2 \frac{dy}{dx} + 3y = x^2 y + 5y$$

$$1- \quad x^2 dy + 3y = x^2 y + 5y$$

$$2- \quad 3y + dy = \frac{x^2 y + 5y}{x^2} dx$$

$$3- \quad \frac{3y}{y} dy = \frac{x^2 + 5y}{x^2} dx$$

$$8) \quad \frac{y}{5x^3} \frac{dy}{dx} = \sqrt{9+y^2}$$

$$1- \quad \frac{y}{5x^3} dy = \sqrt{9+y^2} dx$$

$$2- \quad y \sqrt{y^2} dy = \sqrt{9} (5x^3) dx$$

$$8. \quad \frac{y}{5x^3} \frac{dy}{dx} = \sqrt{9+y^2}$$

$$\int \frac{y dy}{\sqrt{9+y^2}} = \int 5x^3 dx$$

$$= \frac{5x^4}{4} + C$$

Figura 28. Ejemplos de errores en ejercicios 6 a 9 del cuestionario 5

De la solución de los ejercicios del cuestionario 5, se puede decir que los estudiantes comprendieron el procedimiento del método de separación de variable para solución de ecuaciones diferenciales de primer orden, pero los errores más comunes que cometieron son los siguientes:

- Errores algebraicos al momento de realizar la separación de variable,
- Errores de integración de las variables de la ecuación,
- Errores algebraicos al tratar de despejar y de la solución,
- Errores por manipulación de las propiedades de logaritmos de naturales de base e.

5.1.7 Séptima sesión (Implementación de videos tutoriales.)

En esta sesión, como primera acción, se abordó la importancia del modelado matemático con ecuaciones diferenciales. Posteriormente, los estudiantes vieron 2 veces seguidas el video tutorial llamado ley de enfriamiento, donde los estudiantes exponen y aclaraban sus dudas. Posteriormente, se les entregó el problema 1 a resolver en un tiempo de 20 minutos. De igual manera se realizó para los problemas 2 y 3, es decir, los estudiantes veían los videos tutoriales y después se aplicaron los problemas del cuestionario 6.

Los resultados de los estudiantes en los problemas 1,2 y 3 se pueden ver en la

Figura 29.

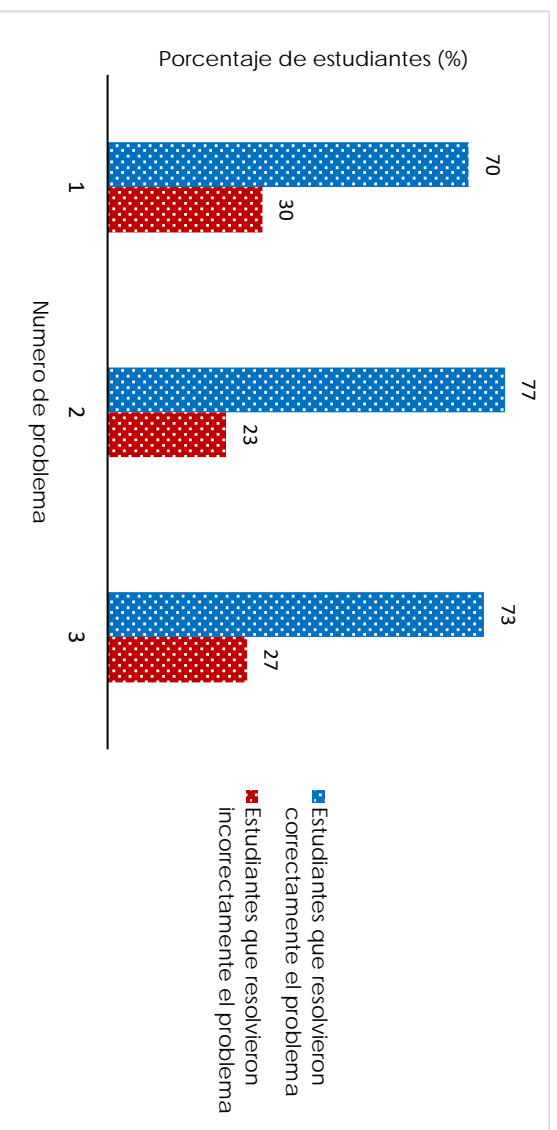


Figura 29. Resultados de los estudiantes en los problemas del cuestionario 6

Del problema 1, 70% de los estudiantes resolvió correctamente el problema, sin embargo, el otro 30% presentó errores como: selección equivocada de la temperatura ambiente, selección incorrecta de condiciones iniciales, mal uso de las propiedades de los logaritmos natural o de base e y desconocimiento total de cómo resolver la ecuación de diferencial de primer orden que modela la problemática (ver

Figura 30).

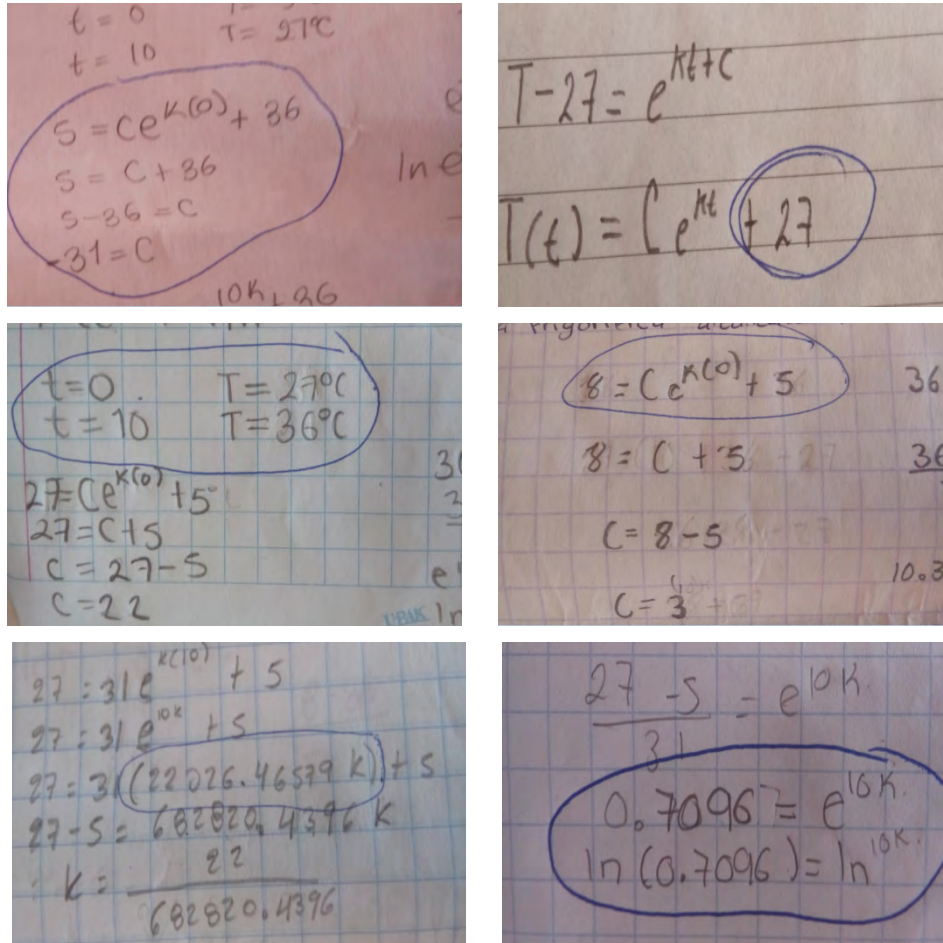


Figura 30. Ejemplos de errores en el problema 1 del cuestionario 6

Del problema 2, el 22 % de los estudiantes lo resolvieron incorrectamente, los errores que cometieron son: no saben cómo resolver la ecuación de diferencial de primer orden o la resuelven mal, aplican logaritmo natural a la división del valor de la población de la segunda condición entre en valor de la constante C, no pueden encontrar el valor de la constante C debido a la elección de las condiciones iniciales y despejan mal al olvidar el valor de la constante C (ver Figura 31).

$$\frac{dp}{dt} = kp \quad p = Ce^{kt} \quad t=2$$

$$dp = kp dt \quad 57 = Ce^{k \cdot 2}$$

$$\frac{dp}{p} = k dt \quad \frac{57}{e^{2k}} = C$$

$$\int \frac{dp}{p} = \int k dt$$

$$\ln p = kE$$

$$e^{\ln p} = e^{kE}$$

$$p = e^{kE}$$

$$95 = 57 e^{k(5)}$$

$$\ln(Ce^{5k}) = \ln\left(\frac{95}{57}\right)$$

$$5k = 1.666$$

$$k = \frac{1.666}{5}$$

$$k = 0.333$$

Calcular la

$$95 = 57 e^{k(5)} = \dots$$

$$\frac{95}{57} = e^{5k} \Rightarrow 513 = e^{5k}$$

$$\ln(513) = \ln e^{5k} = \ln(1.666) = 5k$$

$$k = \frac{\ln(1.666)}{5} \Rightarrow k = 0.3332$$

$$P(t) = 57 e^{0.3332t}$$

$$57 = Ce^{k(2012)}$$

$$C = 57$$

$$95 = 57 e^{k(2017)}$$

$$\ln(e^{(2017)k}) = \ln\left(\frac{95}{57}\right)$$

$$2017k = 0.5108$$

el 2020

$$t = 2012 \quad P = 57$$

$$t = 2017 \quad P = 95$$

$$t = 2020 \quad P = \dots$$

$$\frac{dp}{dt} = kp$$

$$dp = kp dt$$

$$P = Ce^{kt}$$

$$57 = Ce^{k(2012)}$$

$$95 = 57 e^{k(2017)}$$

$$\ln(Ce^{2017k}) = \ln\left(\frac{95}{57}\right)$$

$$57 = Ce^{k(2012)}$$

$$\ln(Ce^{2017k}) = \ln 95$$

$$2012k = 97$$

$$2012k = 4.043051268$$

$$k = \frac{4.043051268}{2012}$$

Figura 31. Ejemplos de errores en el problema 2 del cuestionario 6

Del problema 3, el 73% de los estudiantes contestó correctamente el problema, es decir, el 27% de los estudiantes cometió algún error al resolver el problema. Los errores que cometieron los estudiantes son que consideran la cantidad de sal inicial dentro del contenedor en la ecuación, error en la manipulación algebraica de los exponentes de base e, no sabe qué condiciones iniciales usar para encontrar el

valor de C de la ecuación final y comete algún error algebraico en la solución de la ecuación (ver Figura 32).

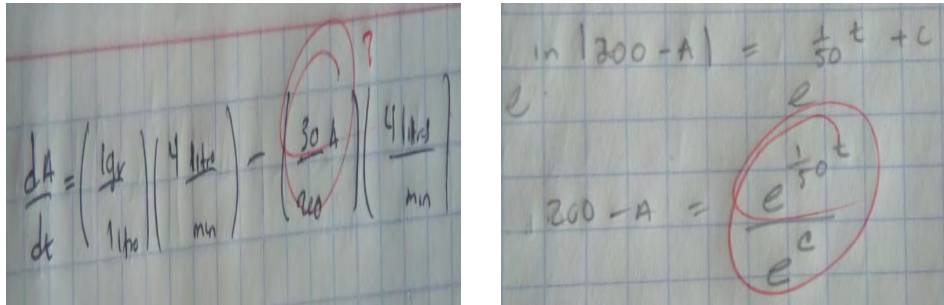


Figura 32. Ejemplos de errores en el problema 3 del cuestionario 6

5.2 Análisis de las actividades de aprendizaje aplicadas al grupo

B

5.2.1 Primera sesión, aplicación del cuestionario # 1

Como se mencionó anteriormente, se explica a los estudiantes el objetivo y la importancia de la unidad Ecuaciones diferenciales de primer orden. Posteriormente, se les entrega los materiales a utilizar durante el desarrollo de la unidad. Por último, se les entregó el cuestionario 1.

De los resultados obtenidos del grupo B en los problemas, se puede decir que tuvo un mayor porcentaje de error en el primer problema y un mayor porcentaje de acierto en el segundo problema en comparación con el grupo A (ver Figura 33).

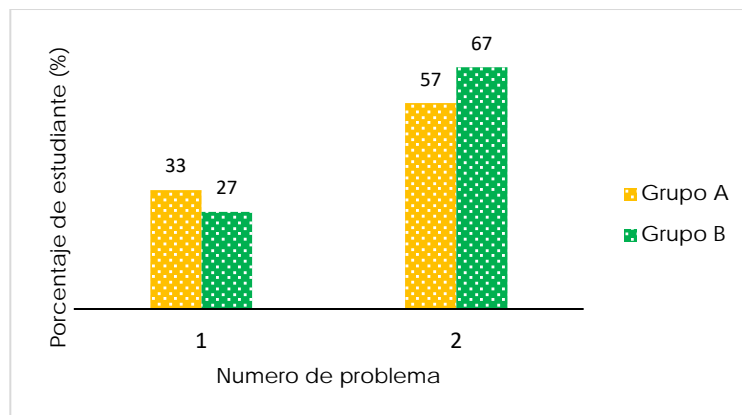


Figura 33. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 1

De los ejercicios de las derivadas el grupo B tuvieron un porcentaje de 47% y 53 % de error en los ejercicios 5 y 8 siendo esto los más bajos comparando los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo A, se puede decir que los resultados obtenidos por los estudiantes de ambos grupos tienen las mismas tendencias (ver Figura 34), al igual que el grupo A los errores cometidos por los estudiantes fueron que olvidan derivar el argumento de las funciones trigonométricas, olvidan multiplicar el resultado de la derivada por el coeficiente u olvidan un signo de más o menos, aplicación incorrecta de la fórmula multiplicación o división de dos funciones.

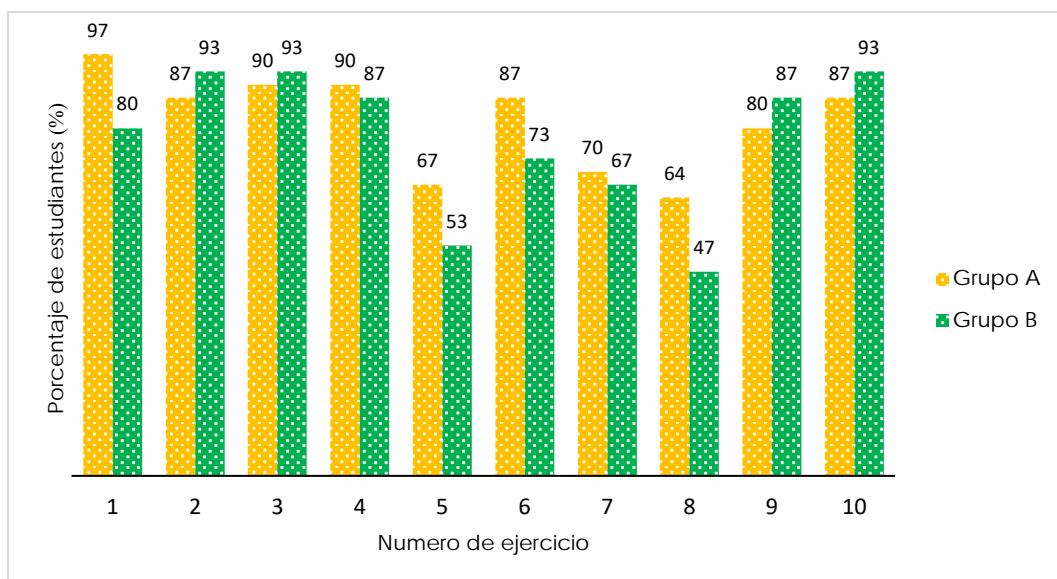


Figura 34. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 1

5.2.2 Segunda sesión

La sesión empieza abordando, como acción remedial, los temas de álgebra elemental, funciones algebraicas y derivadas de funciones, en un tiempo de una hora. Lo anterior con la finalidad de subsanar las deficiencias de los estudiantes encontradas en un análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario 1.

Posteriormente, en la segunda hora, el profesor pregunta a los estudiantes como creen que les fue al resolver el cuestionario 1. Después que expresaron sus

posibles errores o dificultades, con la participación de los estudiantes, se pasó a resolver el cuestionario 1 con el propósito que puedan darse cuenta donde cometieron errores o que les faltó realizar.

5.2.3 Tercera sesión

En esta sesión, se continuó nivelando al grupo en las deficiencias detectadas en el cuestionario 1, se abordaron los temas ley de los exponentes de base e y ley de los logaritmos naturales donde el estudiante manipulará algebraicamente las propiedades de las leyes mencionadas anteriormente (ver Figura 35) en un tiempo de una hora.



Figura 35. Actividades de la tercera sesión

En la segunda hora, se realizó un recordatorio del tema de funciones algebraicas donde los estudiantes explican qué es una función y describen sus tipos. Posteriormente, se les proporciona el cuestionario 2, el cual tiene dos problemas donde deben plantear una función como solución, para ello disponen de 30 minutos. Posteriormente, se da solución, en colaboración con todos los estudiantes. En la Figura 36, se muestran los resultados obtenidos de los estudiantes del grupo A, comparándolos con los del grupo B, donde se puede observar que obtuvieron mejores resultados en el problema 1, pero en el segundo problema fueron los más bajos en porcentaje de aciertos; una de las posibles causas es su falta de conocimiento en trigonometría y manipulación algebraica.

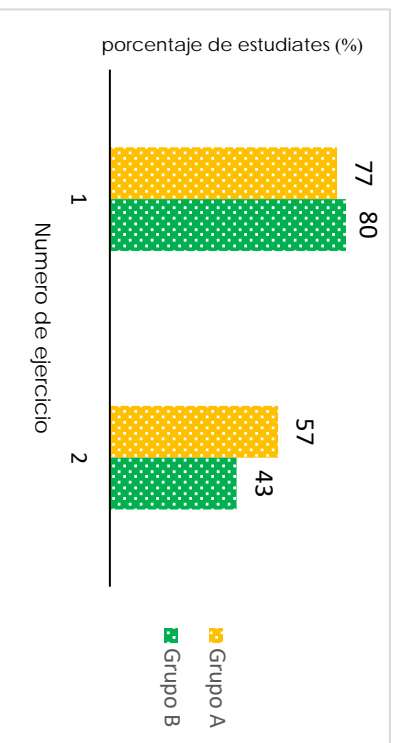


Figura 36. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los problemas del cuestionario 2.

5.2.4 Cuarta sesión

En esta sesión, se aborda el tema de integración directa de funciones algebraicas. Con la finalidad de saber sus conocimientos en el tema, se les pidió que resolvieran el cuestionario 3, para ello se les dió un tiempo de 40 minutos. Posteriormente, en colaboración con los estudiantes, se resuelve el cuestionario con la finalidad que puedan apreciar sus errores. Otra razón de resolver el cuestionario en colaboración de los estudiantes es permitirles recordar los temas de integración, pero sin profundizar en los temas de integración por partes, cambio de variable, etc.; dichos temas fueron abordados en la asignatura de cálculo integral, la cual cursan en el segundo semestre.

El grupo B obtuvo mejores resultados que el grupo A, sin embargo, los resultados son similares y ambos grupos, en los ejercicios 5, 6 y 9, tienen el mayor porcentaje de error como se muestra en la Figura 37, siendo la principal causa el no saber usar el método de integración por sustitución.

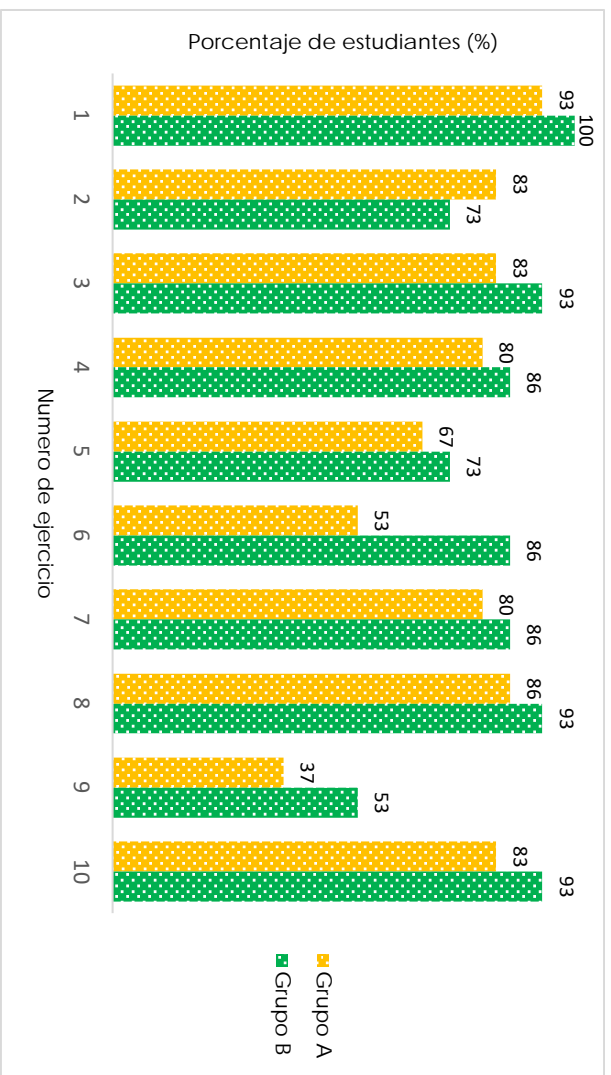


Figura 37. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupos A y B en los ejercicios del cuestionario 3

5.2.5 Quinta sesión

Esta sesión tuvo una duración de 90 minutos. El profesor, usando diapositivas, expuso la teoría preliminar de ecuaciones diferenciales. Al término de cada una de las clasificaciones de las ecuaciones diferenciales, según su tipo, orden, grado y linealidad los estudiantes expusieron sus dudas y pidieron ejemplo para una mayor comprensión. Una vez finalizada la presentación y aclarado sus dudas, se aplicó el cuestionario 4 con el propósito de verificar que el tema ha sido comprendido por los estudiantes, por último, entre los estudiantes intercambian cuestionarios y se da solución al mismo.

Como se ha mencionado, el cuestionario 4 está compuesto por 10 ecuaciones diferenciales donde el estudiante debe clasificar según su tipo, orden, grado y linealidad, los resultados obtenidos por los estudiantes de resolver el cuestionario son: el 80% tuvo ningún error al clasificar las ecuaciones según su tipo (Ver Figura 38), el 60% tuvo ningún error al clasificar las ecuaciones según su orden (Ver Figura 39), el 67% tuvo ningún error al clasificar las ecuaciones según su grado (Ver Figura 40) y por último el 80% tuvo ningún error al clasificar las ecuaciones según su linealidad (Ver Figura 41), podemos atribuir que unos factores que influyó para que

los estudiantes del grupo B tuviera mejor resultados que los estudiantes del grupo A fue la exposición de un mayor número de ejemplos.

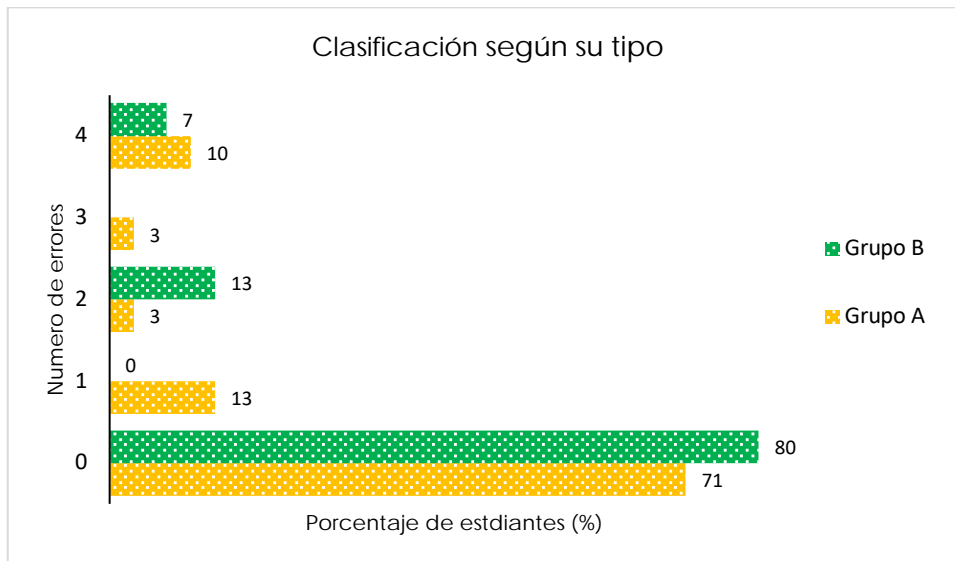


Figura 38. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su tipo

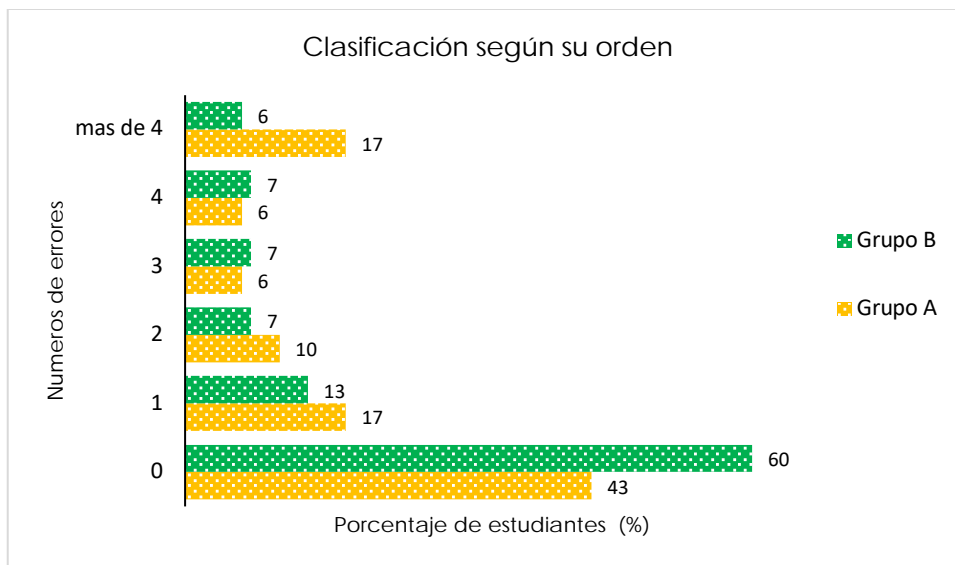


Figura 39. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su orden

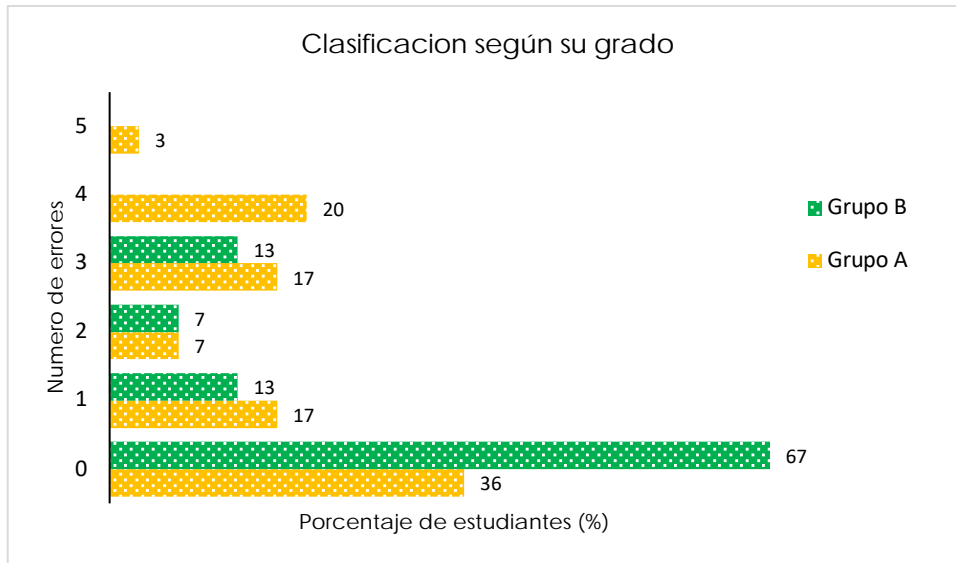


Figura 40. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su grado

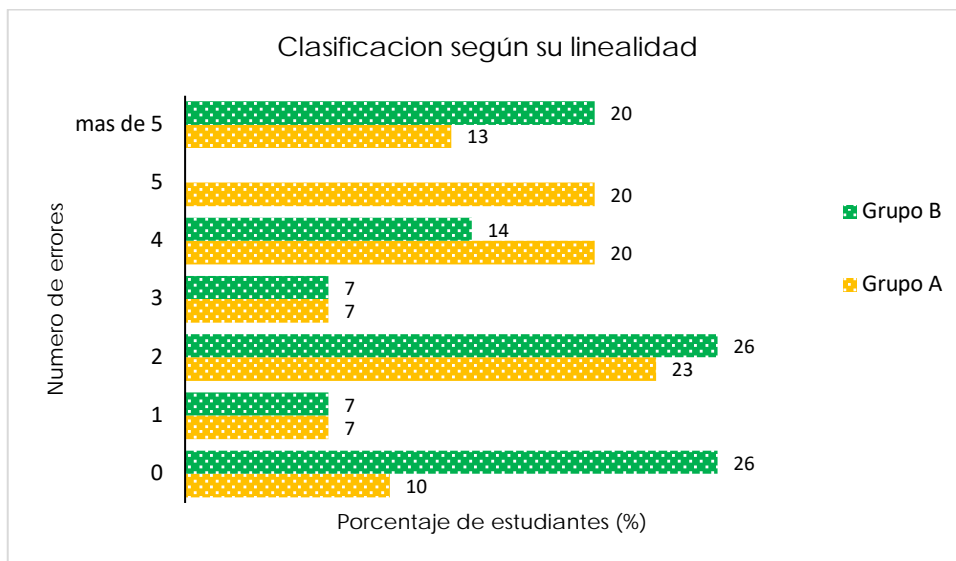


Figura 41. Porcentaje de estudiantes según el número de errores al clasificar las ecuaciones según su linealidad

5.2.6 Sexta sesión

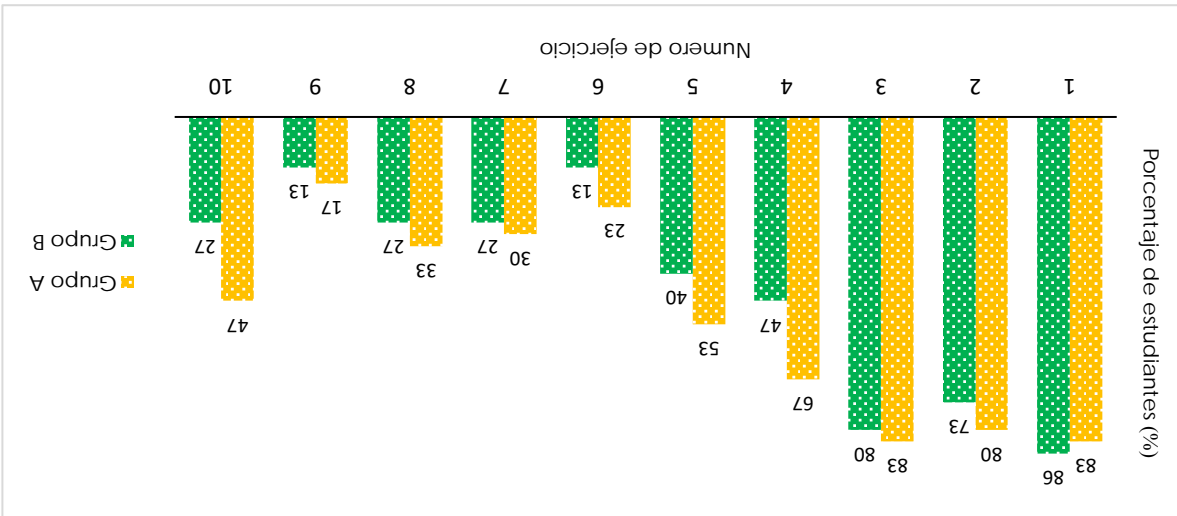
En esta sesión, se aborda la solución de ecuaciones de primer orden por el método de separación de variable, pero a diferencia del grupo A no se utilizaron los video tutoriales, es decir, la clase se impartió de la manera tradicional donde el maestro explica cómo se resuelven los ejercicios usando la pizarra como apoyo didáctico.

Para abordar dichos problemas, el profesor planteó el problema y después en el pizarrón explicaba a los estudiantes su solución, al mismo tiempo que atendía y aclaraba sus dudas. Por último, se les entrega el problema propuesto del cuestionario 6 para que los estudiantes dieran solución, cabe mencionar que de

El grupo B, en comparación del grupo A, no utilizaron los videos tutoriales como apoyo para resolver los problemas de aplicación de modelos de ecuaciones diferenciales, los cuales fueron ley de enfriamiento de enfriamiento, ley de

5.2.7 Séptima sesión

Figura 42. Resultados obtenidos de estudiantes de los grupo A y B en los ejercicios del cuestionario 5



resultados que el grupo B. Cabe mencionar que este grupo se llevó 2 horas para realizar esta actividad, los resultados obtenidos por los estudiantes comparados con los del grupo A se pueden ver en la Figura 42 donde se puede ver que el grupo A tuvo mejores posibles errores.

El tiempo utilizado para explicar el tema solución de una ecuación diferencial de primer orden por el método de separación de variable fue de 40 minutos. Posteriormente, les fue entregado el cuestionario 5 para su solución en clases, dándoles 40 minutos para dicha actividad. Por último, el profesor resolvió los problemas cuestionario 5 con la intención que el estudiante pudiera apreciar sus

esta manera se abordaron los tres problemas del cuestionario 6, invirtiendo una hora en cada uno.

En la Figura 43, se muestra los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo B, en comparación con los del grupo A, en los tres problemas del cuestionario 6. De la Figura 43, se puede decir que los estudiantes del grupo B tuvieron menor porcentaje de acierto, comparado con el grupo A; en general, los errores cometidos por los estudiantes del grupo B fueron: elección errónea de la temperatura ambiente, elección incorrecta de condiciones iniciales y uso incorrecto de las propiedades de los logaritmos natural o de base e.

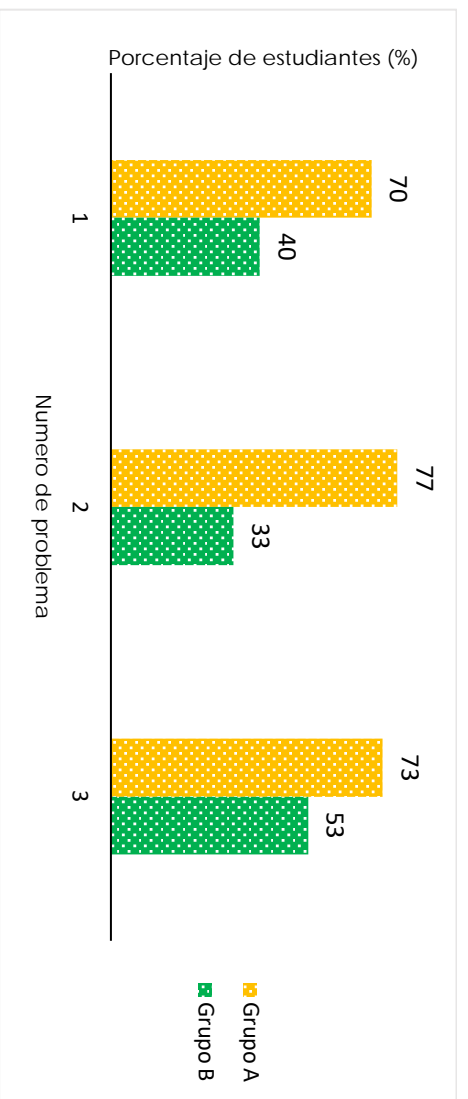


Figura 43. Resultados de los estudiantes del grupo A y B que resolvieron correctamente los problemas del cuestionario 6

Cabe mencionar que los resultados de los estudiantes del grupo B fueron menos favorables que los del grupo A y se invirtió más tiempo para resolver el cuestionario 6.

5.3 Análisis de la opinión de los estudiantes sobre los videos tutoriales

Para saber la opinión de los estudiantes sobre el empleo de los videos tutoriales, se les aplicó un test de satisfacción, el cual está compuesto por 10 preguntas. Las posibles respuestas son: totalmente en desacuerdo, parcialmente de acuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo; además, se incluyó una pregunta abierta donde el estudiante pueda expresar sus observaciones, comentarios o sugerencias sobre la utilización de los videos tutoriales.

Las preguntas que se realizaron a los estudiantes fueron las siguientes:

1. Preste mucha atención a los videos tutoriales.
2. El video tutorial despertó mi interés por su contenido.
3. El video tutorial ha sido un complemento útil a lo que hemos visto en clase.
4. El video tutorial me ayudo a la hora de realizar las tareas en clases.
5. El video tutorial debería incluirse como herramienta de aprendizaje en otros temas de la asignatura.
6. Me llevó poco tiempo obtener una comprensión profunda del contenido del video tutorial.
7. Aprendí con rapidez cómo desarrollar la actividad propuesta a partir del video tutorial.
8. A partir de lo que he aprendido a través del video tutorial, podré resolver otras actividades que sigan la misma línea.
9. Consideras que los videos tutoriales tienen una secuencia que facilita tu proceso de aprendizaje.
10. Consideras que el tiempo de los videos tutoriales es el adecuado.

La Figura 44 muestra los resultados de los estudiantes de las cinco primeras preguntas del cuestionario de satisfacción, en ella podemos ver que el 87% de los estudiantes presto mucha atención a los videos tutoriales, una de las posibles causas es que al 86% de los estudiantes les despertó el interés por su contenido. Por otro lado, el 97% de los estudiantes dice estar de acuerdo en que los videos tutoriales han sido un complemento útil a lo visto en clases y el 84% dice estar de acuerdo que fueron de utilidad para realizar las tareas propuestas en clases. Cabe destacar que el 70% de los estudiantes está totalmente de acuerdo que los videos tutoriales se deben de emplear en otros temas de la asignatura.

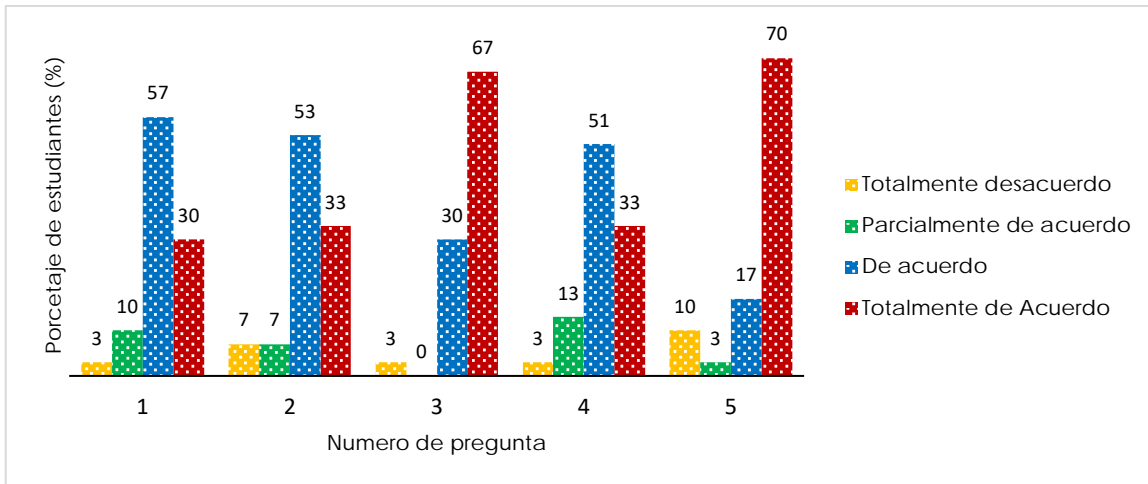


Figura 44. Respuesta de los estudiantes de la pregunta 1-5

La Figura 45 muestra los resultados de los estudiantes de la preguntas 6 a la 10 del cuestionario de satisfacción, de la cual se puede decir que el 73% de los estudiantes está de acuerdo con que le llevó poco tiempo obtener una comprensión profunda del contenido del video tutorial, el 70% dice estar de acuerdo con que aprendió con rapidez cómo desarrollar la actividad propuesta a partir del video tutorial, el 86% dice estar de acuerdo con que a partir de lo que ha aprendido a través del video tutorial, podrá resolver otras actividades que sigan la misma línea, el 94% está de acuerdo en considerar que los videos tutoriales tienen una secuencia que facilita el proceso de aprendizaje y el 93% está de acuerdo en que el tiempo de los videos tutoriales es el adecuado.

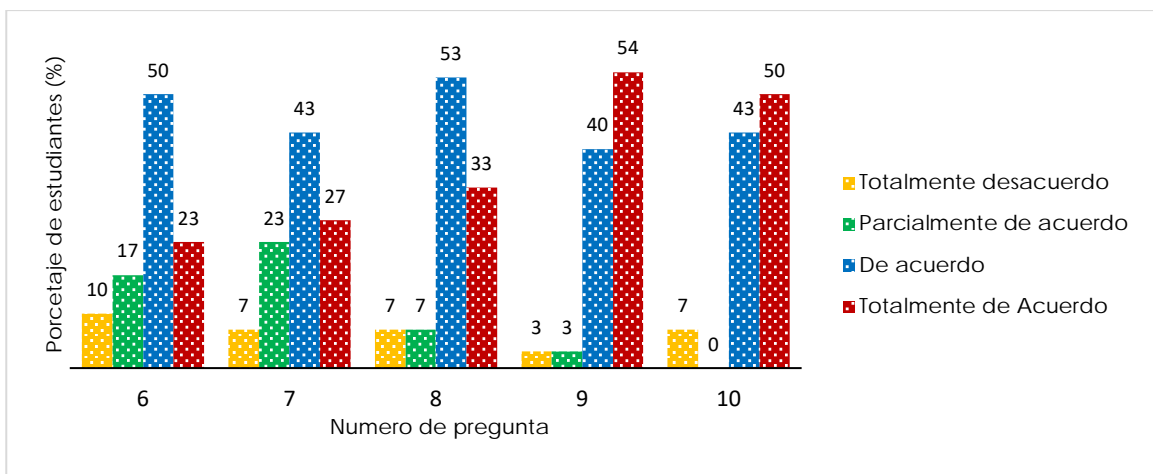


Figura 45. Respuesta de los estudiantes de la pregunta 6-10

De la pregunta abierta donde el estudiante pueda expresar sus observaciones, comentarios o sugerencias sobre la utilización de los videos tutoriales se obtuvieron las respuestas siguientes:

- Que tengan mejor calidad en la entonación de la voz de la explicación.
- Les gusto que compañeros participaron como autores en los videos tutoriales.
- Los videos tutoriales fueron de gran apoyo para el aprendizaje de los temas.
- Fue una buena iniciativa de implementar videos tutoriales por parte del profesor.
- Que el profesor realice más videos tutoriales sobre el contenido temático de la asignatura.

5.4 Participación de los estudiantes

En la elaboración de los videos se contó con la ayuda de cinco estudiantes de la carrera de ingeniería en industrias alimentarias, de los cuales tres participaron como actores en el video tutorial la “ley de enfriamiento de Newton”, donde responden a las preguntas ¿Cuánto tiempo tardará en enfriarse la leche con una temperatura $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el proceso de elaboración de quesos, si sabe que la temperatura en la habitación donde se realiza el proceso es contante? y ¿Dónde utilizarías la ley de enfriamiento de Newton? (ver Figura 46). Cabe mencionar que las respuestas de los tres estudiantes son auténticas, es decir, que el diálogo que se escucha en el video tutorial no forma parte del libreto.

Un cuarto estudiante presta su voz al video tutorial llamado “Ecuaciones Diferenciales Teoría Preliminar “, donde pregunta ¿Dónde se aplican las ecuaciones diferenciales?, de igual manera, se contó con la ayuda de un quinto estudiante en tareas de apoyo como: cuidar que los estudiantes que ingresaran al laboratorio no hicieran ruido, el cual era set de grabación. Cuando se realizó la grabación de las tomas para los videos tutoriales, los estudiantes que se encontraban en el laboratorio de audiencia, interrogaban que actividad era o para que se estaba grabando. Posteriormente, a los estudiantes se les explicó el propósito de las grabaciones, los cuales mostraron inquietud preguntando cuando podrían ver los videos tutoriales terminados.

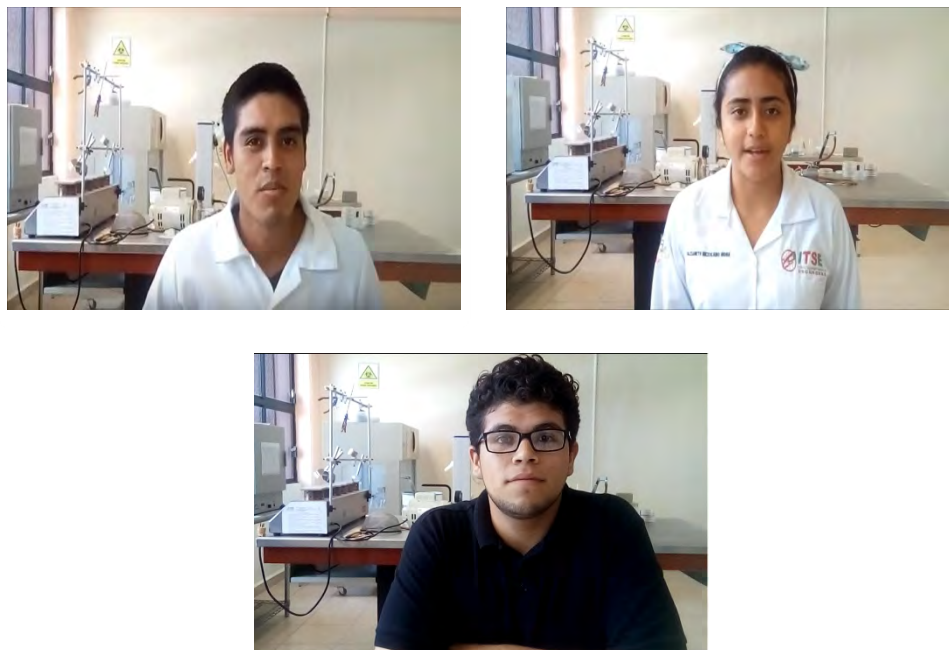


Figura 46. Estudiantes participantes en los videos tutoriales

Al momento de implementar los videos tutoriales en el grupo A, se pudo notar que en algunos estudiantes despertó el interés por verlos sin saber el contenido de estos. Una de las razones que argumentaron fue el saber de la participación de algunos de sus compañeros en los videos tutoriales. Adicionalmente, en comentarios realizados por los estudiantes en la encuesta de satisfacción, dicen que les agrado ver a sus compañeros participar en los videos tutoriales y que fueron de gran ayuda para realizar sus tareas, ya que permitieron aprender los temas. De lo anterior y de pláticas informales con los estudiantes se puede decir que la participación de los estudiantes en los videos tutoriales influyó en gran medida para que los estudiantes vieran los videos por primera vez, sin embargo, a medida que fueron de utilidad los videos tutoriales a la hora de hacer sus tareas, su interés por verlos cambió, ya que eran de gran ayuda para comprender los temas y aplicaciones de las ecuaciones diferenciales en la vida cotidiana, misma que su pudo notar en el desempeño del grupo. Existen diversos comentarios de los

estudiantes sobre los videos, por ejemplo, uno comenta que el video de la ley de Newton resalta la importancia del estudio de las aplicaciones de las EDO y otro dice que los videos tutoriales de las aplicaciones de las ecuaciones diferenciales fueron de gran aporte para comprender la importancia de su estudio, ver Figura 47.

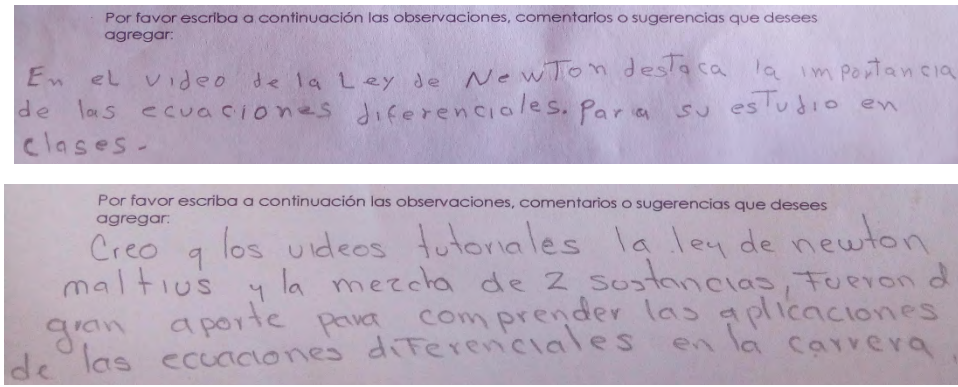


Figura 47. Comentarios de estudiantes sobre los videos

Capítulo 6. Conclusiones

De acuerdo con el estudio, con base en los objetivos propuestos, se puede concluir que los videos con mayor reproducción en la web se presentan en los escenarios siguientes: el experto explicando la temática en una pizarra o hojas blancas y el que usa programas informáticos, sin embargo, los que utilizan programas informáticos presentan ventajas sobre aquellos que no los utilizan, es decir, presentan una variedad de herramientas y dinamismo al momento de estar desarrollando los ejercicios. Asimismo, en pláticas informales con los estudiantes, estos comentan que se apoyan mucho en este tipo de escenario para la elaboración de sus tareas, lo cual confirma y sugiere que en la impartición de asignaturas de ecuaciones diferenciales utilicen este tipo de video tutoriales para el complemento de sus clases. Es por ello, que la ejecución de la investigación se basó en el desarrollo de videos tutoriales teniendo como base el tercer escenario.

En total se realizaron siete videos tutoriales, que incluyen el uso de programas informáticos como Power Point para lo visual y para lo auditivo Cantasia 8.0. La implementación de los tutoriales reveló que una de las principales causas que conlleva a los estudiantes a cometer errores, en la solución de los problemas propuestos en el cuarto, quinto y sexto cuestionario, es su falta de conocimiento en algebra elemental, en particular, al despejar ecuaciones, uso incorrecto de las propiedades de los exponenciales, ley de los signos y manejo inadecuado en las propiedades de los logaritmos naturales o logaritmos de base.

Los videos tutoriales lograron que el estudiante comprenda el procedimiento de solución de ecuación diferencial de primer orden por el método de separación de variable, todo ello en un menor tiempo que el método tradicional. De pláticas informales con los estudiantes, se puede decir que la participación de los estudiantes en los videos tutoriales influenció en gran medida para que los estudiantes vieran los videos por primera vez, sin embargo, a medida que fueron de utilidad los videos tutoriales a la hora de hacer sus tareas, su interés por verlos cambio ya que eran de gran ayuda para comprender los temas y aplicaciones de las ecuaciones diferenciales en la vida cotidiana.

Finalmente, los alumnos que llevaron el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de tutoriales comentaron que los videos tutoriales tengan mejor calidad en la entonación de la voz en la explicación, fueron gran aporte para realizar sus tareas y que les gustaría que se implementaran en otros temas de la asignatura. Con base en lo mencionado anteriormente, se concluye de manera general que el estudio contribuye en la mejora de impartición de clases de las asignaturas de ecuaciones diferenciales, por lo que se recomienda el uso de videos tutoriales realizados con programas informáticos para la implementación en clases, lo que favorece una disminución de los índices de reprobación y un aumento en el aprovechamiento escolar de esta asignatura.

Bibliografía

Aleksandrov, A., Kolmogorov, A. Laurentiev, M. y Otros (1986). Las matemáticas: su contenido, método y significado. Vol. I, Madrid, España, Alianza editorial.

Ambrose, S., Bridges, M.W., DiPietro, M., Lovett, M.C., Norman, M.K. (2008). How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching. San Francisco: Jossey-Bass.

Andrade, L. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte, Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación, Vol. 5, Núm. 10, Págs. 75-92.

Bravo, J.L. (1996), ¿Qué es el video educativo?, Revista Comunicar, Núm. 6, Págs. 100-105.

Camacho, M., Perdomo, J. y Santos, M. (2012). Procesos conceptuales y cognitivos en la introducción de las ecuaciones diferenciales ordinarias vía la resolución de problemas. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 30, Núm. 2, Págs. 9-32

Carmona, I. y Filio, E. (2011). Ecuaciones diferenciales, México D.F., México: Pearson

Carmona, K., Flores, S., Ruiz, J., Salazar, M. y Chávez, J. (2010), Ecuaciones diferenciales en un contexto físico, Revista CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica, Vol. 7, Núm. 36-37, Págs. 40-50.

Cebrián, M. (1987): «El vídeo Educativo», en II Congreso de Tecnología Educativa. Madrid, Sociedad Española de Pedagogía

Claros, I. y Cobos, R. (2013), Del video educativo a objetos de aprendizaje multimedia interactivos: un entorno de aprendizaje colaborativo basado en redes sociales, Revista Tendencias Pedagógicas, Núm. 22, Págs. 59-72.

De Haro, J. (2010). Redes sociales en educación. Educar para la comunicación y la cooperación social, 27, 203-216.

De las Fuentes, Arcos y Navarro (2010), Impacto en las competencias matemáticas de los estudiantes de ecuaciones diferenciales a partir de una estrategia didáctica que incorpora la calculadora, Revista Formación Universitaria, Vol.3, Núm. 3, Págs. 33-44.

Duval, R. (2000). Representación, visión y visualización: Funciones cognitivas en el pensamiento matemático., Université du Littoral Côte-d'Opale, Boulogne, et Centre IUFM Nord Pas-de Calais, Lille.

Espuny, C., González, J., Lleixà, M., y Gisbert, M. (2011), Actitudes y expectativas del uso educativo de las redes sociales en los alumnos universitarios, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Vol.8, Núm. 1, Págs.171-185.

Feldman, R. (2005). "Psicología: con aplicaciones en países de habla hispana". México, McGrawHill.

Flores, J., Moran, J. y Rodríguez, J. (2009), Las redes sociales, Boletín electrónico de la Unidad de Virtualización Académica – UVA Universidad de San Martín de Porres – USMP, Enlace Virtual – Edición Núm. 1.

Gago, A. y Vico, M. (2013), Generación de material audiovisual para el aprendizaje basado en tareas o proyectos: cómo mejorar el aprendizaje con el apoyo de videos guía o explicativos, Revista Internacional de Educación y Aprendizaje, Vol. 1, Núm. 2, Págs. 48-64.

Gómez, M., Roses, S., y Farías, P. (2012), El uso académico de las redes sociales en universitarios, Revista Científica de Educomunicación; Comunicar, Vol. 19, Núm. 38, Pags.131-138.

Guzmán, M. (2011), El video como recurso didáctico en educación infantil, Revista Pedagogía Magna, Vol. 10, Págs.132-139

Hernández, S. (2008), El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Vol.5, Núm. 2, Págs. 26-35.

Imbernón, F., Silva, P. y Guzmán, C. (2011). Competencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje virtual y semipresencial. Comunicar, 36; 107-114

Jiménez, D. y Marín, G. (2012), Asimilación de contenidos y aprendizaje mediante el uso de videotutoriales, Revista Enseñanza & Teaching, Vol.30, Núm. 2, Págs. 63-79.

Kearney, M., y Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian: Journal of Educational Technology*, Vol. 17, Núm. 1, Págs. 64-79.

Macías, J. (2014). Los registros semióticos en matemáticas como elemento de personalización en el aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa Conect*, 2, 27-57.

Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.

Mayer R. (2010). Applying the science of learning to medical education. *Medical Education*. 44: Págs. 543-549.

Menárguez, M. y Cánovas, F. (2010), Métodos de un paso para ecuaciones diferenciales ordinarias: recursos didácticos, I Jornada Internacional: Matemáticas Everywhere, Madrid, España.

Monteagudo, P., Sánchez, A. y Hernández, M. (2007), El video como medio de enseñanza: Universidad Barrio Adentro. República Bolivariana de Venezuela, *Revista Educación media superior*, Vol. 21, Núm. 2.

Morales (2010), Enfoques y dificultades en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales, *Revista Premisa*, Vol. 12, Núm 45, Págs. 25-36, Mayo 2010.

Moreno, M. y Azcarate, C. (2003), Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 21, Núm. 2, Págs. 265-280.

Naso, F., Balbi, M., Di, N., y Peri, J. (2012). La importancia de las redes sociales en el ámbito educativo. En VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

Ñapóles, J. (2009), La resolución de problemas en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Un enfoque histórico, *Revista Ecuación y Pedagogía*, Vol. 40, Núm. 35.

Oviedo, N. (2013), Abordaje cualitativo-gráfico y analítico de ecuaciones diferenciales ordinarias primer orden con apoyo software Mathematica 9.0, Actas del VII CIBEM, Montevideo, Uruguay, Págs. 1017-1024.

Perdomo, J., (2011), Módulo de enseñanza para la introducción de las ecuaciones diferenciales ordinarias en un ambiente de resolución de problemas con tecnología, Revista Números, Vol.78, Págs. 113-134.

Rasmussen, C. (2001). New directions in differential equations. A framework for interpreting students' understandings and difficulties. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 55-87.

Ricardo, R. (2008). Ecuaciones diferenciales una introducción moderna. Barcelona, España: Revete.

Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, Vol. 13, Núm. (4-I), Págs. 191-210.

Salinas, J. (1996). Multimedia en los procesos de enseñanza-aprendizaje: elementos de discusión. Ponencia en el Encuentro de Computación Educativa. Santiago de Chile.

Sandoval, I y Díaz-Barriga, E. (2002), Ecuaciones diferenciales de 1er. Orden una perspectiva didáctica con geometría dinámica. *Memorias de la XII Semana Regional de Investigación y Docencia en Matemáticas*, Págs. 189-196.

Santos, J., Galán, J., Izquierdo, L. y Olmo, R. (2009), Aplicaciones de las TIC en el nuevo modelo de enseñanza del EEES, *Revista Dirección y Organización*, Núm. 39, Págs. 5-11.

Snelson, C., y Elison-Bowers, P. (2007). Micro-level design for multimedia-enhanced online courses. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*.

Solís, L., Magaña, M., y Muñoz, H. (2016), Manual básico de video para la comunicación y el periodismo de ciencia, 1ra Edición.

Tamayo, Ó. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 37-49.

Zandieh, M. y McDonald, M. (1999). Student Understanding of Equilibrium Solution in Differential Equations. En Hitt, F. y Santos, M. (eds.). Proceedings of the Twenty-one Annual Meeting. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, OH: ERIC: Columbus.

Zill, D. (2009). Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado, Cengage Learning

Anexo A. Cuestionario 1

Cuestionario No. 1

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes problemas

1. Una caja para empacar un producto con base cuadrada y sin tapa ha de construirse a partir de una pieza cuadrada de cartón de dimensiones 40 cm x 80 cm cortando cuadrados en cada esquina y doblando los lados hacia arriba (ver figura 1).

A) Encuentre la función que termine el volumen de la caja cuando x cambia.

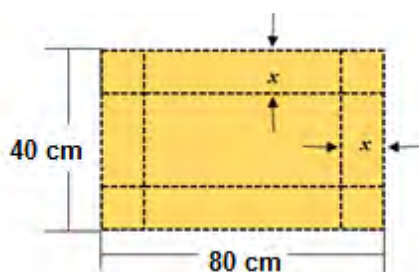


Figura 1

2. Una empresa productora de pasta de chiles fabrica cajas para empacar su producto. Por razones de estéticas, la caja debe tener las siguientes proporciones: su amplitud es tres veces su profundidad y su altura es cinco veces su profundidad.

a) Encuentre una función que exprese el volumen de la caja en términos de la profundidad

b) ¿Para qué profundidad el volumen de la caja es 90 pulg³?

3. Encuentra la derivada de las siguientes funciones

1. $f(x) = 3x^4 + 6x + 8$

2. $f(x) = 3\text{Sen}(5x)$

3. $f(x) = -4\text{Cos}(2x^3)$

4. $f(x) = -4e^{-5x}$

5. $f(x) = 3e^{2x}\text{Cos}(2x)$

6. $f(x) = \ln(2x^3 + 1)$

7. $f(x) = \frac{3\text{Sen}(4x)}{2x^4}$

8. $f(x) = \frac{6x^3 + 2x}{-5e^{2x}}$

9. $f(x) = -3x^5 + \frac{6}{x}$

10. $f(x) = \tan(6x) + \frac{5}{x^2}$

Anexo B. Cuestionario 2

Cuestionario No. 2

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes problemas.

1. Un envase cerrado de hojalata de un producto, cuyo volumen es de 60 pulg^3 , tiene la forma de un cilindro circular recto.
 - a) Determine un modelo matemático que exprese el área de la superficie total del envase en función del radio de la base.

2. Expresar el volumen V de agua como función de la altura h en un instante cualquiera de un cono circular recto invertido de 4 cm de radio y de 16 cm de altura.

Anexo C. Cuestionario 3

Cuestionario No. 3

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes ejercicios

$$1. \int 4x^5 dx =$$

$$2. \int \frac{5}{x^6} dx =$$

$$3. \int -4\cos(3x) dx =$$

$$4. \int \frac{2}{5} \operatorname{sen}\left(\frac{3}{4}x\right) dx =$$

$$5. \int \frac{2}{3x^2 - 12} dx =$$

$$6. \int \sqrt{x^2 + 9} dx =$$

$$7. \int \frac{2}{x} dx =$$

$$8. \int 3 \operatorname{csc}(6x) dx =$$

$$9. \int \frac{4}{x\sqrt{x^2 + 9}} dx =$$

$$10. \int \frac{4}{5} e^{-3x} dx =$$

Anexo D. Questionario 4

Questionario No. 4

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes ejercicios

No.	Ecuación diferencial	Tipo	Orden	Grado	Lineal
1	$\frac{dy}{dx} = 3e^{5x}$				
2	$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial x}{\partial t} - \frac{\partial y}{\partial t} = 2kt$				
3	$3yy'' + x^2y = x$				
4	$x^2 \frac{d^2y}{dx} + 4x \frac{dy}{dx} + (x - v)y = 0$				
5	$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial^2 y}{\partial z^2} = K$				
6	$-2xy'' + x^2y' + 4y = 0$				
7	$3y' + 8y = \frac{5x}{y}$				
8	$\frac{\partial^4 v}{\partial t^4} = 3v \left(\frac{\partial^2 m}{\partial n^2} \right)^2$				
9	$2(y''''')^3 - 4y''' + 5y' + 7y = 0$				
10	$\left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^3 + \frac{dy}{dx} = -8x$				

Anexo E. Cuestionario 5

Cuestionario No. 5

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes diferenciales de primer grado por separación de variable.

$$1. \frac{dy}{dx} = 5$$

$$2. \frac{dy}{dx} = 7x^2$$

$$3. \frac{dP}{dR} = 6R$$

$$4. \frac{dy}{dx} = 3y^4$$

$$5. \frac{dy}{dx} = e^{4x+y}$$

$$6. x^2 \frac{dy}{dx} + 3y = x^2y + 5y$$

$$7. xy \frac{dy}{dx} = 2 + y^2$$

$$8. \frac{y}{5x^3} \frac{dy}{dx} = \sqrt{9 + y^2}$$

$$9. (x^2y + y) \frac{dy}{dx} = x$$

$$10. \frac{dy}{dx} = e^{3x-2y}$$

Anexo F. Cuestionario 6

Cuestionario No. 6

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Resuelve correctamente los siguientes problemas.

Problema 1.

En una cámara frigorífica donde su temperatura es de 5°C se introduce canales de res con una temperatura de 36°C . Si después de haber transcurrido 10 minutos a los canales de res se les realiza una medición de sus temperaturas con un termómetro digital el cual marco 27°C .

¿Cuánto tiempo después de haber sido introducido los canales de carne res a la cámara frigorífica alcanzan los 8°C ?

Problema 2.

Se sabe que la tasa de crecimiento de una determinada población de individuos es directamente proporcional al número de individuos existentes. Se realizó un estudio poblacional y se supo que en 2012 la población de ciertos individuos era de 57 y en el 2017 población era de 95 individuos.

¿Cuál será la población de los individuos en el 2020?

Problema 3.

Un tanque contiene 200 litros de fluido en el cual se han disuelto 30 gramos de sal. La salmuera, que contiene un gramo de sal por litro se bombea hacia el depósito a una velocidad de 4 L/min; perfectamente mezclada, la solución se bombea hacia fuera a la misma velocidad. Encuentre el número $A(t)$ de gramos de sal presentes en el tanque en el tiempo

Anexo G. Tabla de derivadas

1	$\frac{d}{dx}(k) = 0$	16	$\frac{d}{dx} \tan(u) = \frac{d}{dx}(u) \sec^2(u)$	31	$\frac{d}{dx} \operatorname{arccsc}(u) = -\frac{\frac{d}{dx}(u)}{u\sqrt{u^2-1}}$
2	$\frac{d}{dx}(x) = 1$	17	$\frac{d}{dx} \operatorname{ctg}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{csc}^2(u)$	32	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsenh}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{\sqrt{u^2+1}}$
3	$\frac{d}{dx}(x^m) = mx^{m-1}$	18	$\frac{d}{dx} \sec(u) = \frac{d}{dx}(u) \sec(u)\tan(u)$	33	$\frac{d}{dx} \operatorname{arccosh}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{\pm\sqrt{u^2+1}}$
4	$\frac{d}{dx}(ku) = k \frac{d}{dx}(u)$	19	$\frac{d}{dx} \operatorname{csc}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{csc}(u) \operatorname{ctg}(u)$	34	$\frac{d}{dx} \operatorname{arctanh}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{1-u^2}$
5	$\frac{d}{dx}(u^m) = mu^{m-1} \frac{d}{dx}(u)$	20	$\frac{d}{dx} \operatorname{senh}(u) = \frac{d}{dx}(u) \operatorname{cosh}(u)$	35	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcctgh}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{u^2-1}$
6	$\frac{d}{dx} e^u = \frac{d}{dx}(u)e^u$	21	$\frac{d}{dx} \operatorname{cosh}(u) = \frac{d}{dx}(u) \operatorname{senh}(u)$	36	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsech}(u) = \frac{-\frac{d}{dx}(u)}{\pm u\sqrt{1-u^2}}$
7	$\frac{d}{dx} a^u = a^u \ln(a) \frac{d}{dx}(u)$	22	$\frac{d}{dx} \operatorname{tanh}(u) = \frac{d}{dx}(u) \operatorname{sech}^2(u)$	37	$\frac{d}{dx} \operatorname{arccsch}(u) = \frac{-\frac{d}{dx}(u)}{\pm u^2 \sqrt{1+\frac{1}{u^2}}}$
8	$\frac{d}{dx} \ln(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{u}$	23	$\frac{d}{dx} \operatorname{ctgh}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{csch}^2(u)$		
9	$\frac{d}{dx} \operatorname{Log}_a(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{u} \operatorname{Log}_a(u) e$	24	$\frac{d}{dx} \operatorname{sech}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{sech}(u)\operatorname{tanh}(u)$		
10	$\frac{d}{dx}(u+v) = \frac{d}{dx}(u) + \frac{d}{dx}(v)$	25	$\frac{d}{dx} \operatorname{csch}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{csch}(u) \operatorname{ctgh}(u)$		
11	$\frac{d}{dx}(uv) = u \frac{d}{dx}(v) + v \frac{d}{dx}(u)$	26	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsen}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{\sqrt{1-u^2}}$		
12	$\frac{d}{dx}\left(\frac{u}{v}\right) = \frac{v \frac{d}{dx}(u) - u \frac{d}{dx}(v)}{v^2}$	27	$\frac{d}{dx} \operatorname{arccos}(u) = -\frac{\frac{d}{dx}(u)}{\sqrt{1-u^2}}$		
13	$\frac{d}{dx}(u^v) = vu^{v-1} \frac{d}{dx}(u) + \ln(u)u^v \frac{d}{dx}(v)$	28	$\frac{d}{dx} \operatorname{arctan}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{1+u^2}$		
14	$\frac{d}{dx} \operatorname{sen}(u) = \frac{d}{dx}(u) \operatorname{cos}(u)$	29	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcctg}(u) = -\frac{\frac{d}{dx}(u)}{1+u^2}$		
15	$\frac{d}{dx} \operatorname{cos}(u) = -\frac{d}{dx}(u) \operatorname{sen}(u)$	30	$\frac{d}{dx} \operatorname{arcsec}(u) = \frac{\frac{d}{dx}(u)}{u\sqrt{u^2-1}}$		

Anexo H. Tabla de integrales

$$1 \quad \int k \, dx = kx + c$$

$$2 \quad \int x^n \, dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$$

$$3 \quad \int \frac{1}{x} \, dx = \ln|x| + c$$

$$4 \quad \int e^{ax} \, dx = \frac{1}{a} e^{ax} + c$$

$$5 \quad \int k^{ax} \, dx = \frac{k^{ax}}{a \ln|k|} + c$$

$$6 \quad \int \operatorname{sen}(ax) \, dx = -\frac{1}{a} \cos(ax) + c$$

$$7 \quad \int \cos(ax) \, dx = \frac{1}{a} \operatorname{sen}(ax) + c$$

$$8 \quad \int \tan(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\sec(ax)| + c$$

$$9 \quad \int \sec(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\operatorname{sen}(ax) + \tan(ax)| + c$$

$$10 \quad \int \csc(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\csc(ax) - \cot(ax)| + c$$

$$11 \quad \int \operatorname{ctg}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\operatorname{sen}(ax)| + c$$

$$12 \quad \int \sec(ax) \tan(ax) \, dx = \frac{1}{a} \sec(ax) + c$$

$$13 \quad \int \csc(ax) \operatorname{ctg}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \csc(ax) + c$$

$$14 \quad \int \operatorname{sen}^2(ax) \, dx = \frac{x}{2} - \frac{\operatorname{sen}(2ax)}{4a} + c$$

$$15 \quad \int \cos^2(ax) \, dx = \frac{x}{2} + \frac{\operatorname{sen}(2ax)}{4a} + c$$

$$16 \quad \int \tan^2(ax) \, dx = -x + \frac{\tan(ax)}{a} + c$$

$$17 \quad \int \sec^2(ax) \, dx = \frac{\tan(ax)}{a} + c$$

$$18 \quad \int \csc^2(ax) \, dx = -\frac{1}{a} \operatorname{ctg}(ax) + c$$

$$19 \quad \int \operatorname{ctg}^2(ax) \, dx = -x - \frac{1}{a} \operatorname{ctg}(ax) + c$$

$$20 \quad \int \operatorname{senh}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \operatorname{cosh}(ax) + c$$

$$21 \quad \int \operatorname{cosh}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \operatorname{senh}(ax) + c$$

$$22 \quad \int \tanh(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\operatorname{cosh}(ax)| + c$$

$$23 \quad \int \operatorname{sech}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \tan^{-1}|\operatorname{senh}(ax)| + c$$

$$24 \quad \int \operatorname{csch}(ax) \, dx =$$

$$25 \quad \int \operatorname{ctgh}(ax) \, dx = \frac{1}{a} \ln|\operatorname{senh}(ax)| + c$$

$$26 \quad \int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsen\left(\frac{x}{a}\right) + c$$

$$27 \quad \int \frac{dx}{a^2 + x^2} = \frac{1}{a} \arctan\left(\frac{x}{a}\right) + c$$

$$28 \quad \int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = \operatorname{arcsec}\left(\frac{x}{a}\right) + c$$

$$29 \quad \int \frac{dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \ln|x + \sqrt{x^2 \pm a^2}| + c$$

$$30 \quad \int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln\left(\frac{x-a}{x+a}\right) + c$$

$$31 \quad \int \frac{x \, dx}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} = \sqrt{x^2 \pm a^2} + c$$

$$32 \quad \int \frac{dx}{a^2 - x^2} = \frac{1}{2a} \ln\left(\frac{x+a}{x-a}\right) + c$$

$$33 \quad \int \sqrt{a^2 - x^2} \, dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 - x^2} + \frac{a^2}{2} \arcsen\left(\frac{x}{a}\right) + c$$

$$34 \quad \int \sqrt{x^2 \pm a^2} \, dx = \frac{x}{2} \sqrt{x^2 \pm a^2} + \frac{a^2}{2} \ln|x + \sqrt{x^2 \pm a^2}| + c$$

$$35 \quad \int kf(x) \, dx = k \int f(x) \, dx$$

$$36 \quad \int f(x) \pm g(x) \, dx = \int f(x) \, dx \pm \int g(x) \, dx$$

$$37 \quad \int_a^b f(x) \, dx = F(b) - F(a)$$

$$38 \quad \int u \, dv = uv - \int v \, du$$

$$C1 \quad \sqrt{a^2 - x^2} \text{ hacer } x = a \operatorname{sen}(\theta)$$

$$C2 \quad \sqrt{a^2 + x^2} \text{ hacer } x = a \tan(\theta)$$

$$C3 \quad \sqrt{x^2 - a^2} \text{ hacer } x = a \operatorname{sec}\theta$$

Anexo I. Encuesta de satisfacción

Encuesta de satisfacción

1. Presté mucha atención a los videos tutoriales

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

2. El videotutorial despertó mi interés por su contenido

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

3. El videotutorial ha sido un complemento útil a lo que hemos visto en clase

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

4. El videotutorial me ayudó a la hora de realizar las tareas en clases

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

5. El video tutorial debería incluirse como herramienta de aprendizaje en otros temas de la asignatura

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

6. Me llevó poco tiempo obtener una comprensión profunda del contenido del video tutorial

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

7. Aprendí con rapidez cómo desarrollar la actividad propuesta a partir del video tutorial

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

8. A partir de lo que he aprendido a través del videotutorial, podré resolver otras actividades que sigan la misma línea

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

9. Consideras que los videos tutoriales tienen una secuencia que facilita tu proceso de aprendizaje

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

10. Consideras que el tiempo de los videos tutoriales es el adecuado

Totalmente desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente acuerdo
-----------------------	-------------------------	------------	--------------------

Por favor escriba a continuación las observaciones, comentarios o sugerencias que desees agregar: