MODELACIÓN DE FENÓMENOS CON RESPUESTA EXPONENCIAL: UN CONTEXTO PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Carlos Alberto Márquez Fernández

Práctica docente presentada para optar al título de
Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director
Sigifredo Solano González
Físico, MSc en Física

Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín
Facultad de Ciencias
2012

“Dedico este trabajo a mis padres, hermanos, esposa e hijo por su apoyo, colaboración y comprensión, elementos esenciales, para llevar a feliz término mis estudios de maestría”.

Carlos Alberto.

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de trabajo de grado, el profesor Sigifredo Solano González por su colaboración y comprensión durante la realización del presente trabajo.

Al Municipio de Medellín, al Ministerio de Educación Nacional y a la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín por la financiación de mis estudios de maestría.

A la Rectora de la Institución Educativa San Vicente de Paul de Medellín, Yolanda Lozano Barbosa por permitirme realizar la intervención didáctica con los estudiantes del grado once y por suministrarme recursos para la realización de mi trabajo de grado.

A mis hermanas Joanna Milena, Pabla María, Edna Judith, Diana Margarita y María Elena, por todo su apoyo y colaboración durante el desarrollo de mis estudios de maestría, en la interpretación de los resultados y por su ayuda durante la escritura de mi trabajo de grado.

RESUMEN

En el presente estudio se hizo una intervención didáctica en alumnos de grado once de la Institución Educativa San Vicente de Paul de la ciudad de Medellín, con el objetivo de construir el concepto de función exponencial de manera significativa bajo el enfoque de situaciones problema. Las situaciones problema se crearon en el contexto de la modelación de fenómenos de respuesta exponencial.

Para el estudio se utilizó un grupo experimental sobre el cual se realizó la intervención y un grupo control sobre el cual se trabajó de manera tradicional. El grupo experimental trabajó en equipos de cuatro estudiantes y como apoyo al proceso de aprendizaje se utilizó la plataforma “Moodle” con la cual se logró la interacción de los estudiantes con los conceptos propuestos mediante el desarrollo de actividades previamente diseñadas.

A los alumnos se les suministró una secuencia de situaciones problema mediante una unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS) para identificar el conocimiento previo sobre funciones lineal, cuadrática y exponencial, y posteriormente se les suministró una situación de tipo experimental. En la práctica de la función lineal se propuso una situación de tipo gráfico donde los alumnos debían construir el modelo simbólico y su representación tabular, para lo cual debían utilizar los conceptos de pendiente e intercepto para comparar rectas. En la práctica de la función cuadrática se suministró una tabla donde los alumnos debían completar algunos elementos de esta función como vértice, intercepto, foco, directriz y ecuación. En la práctica de función exponencial los alumnos observaron el comportamiento exponencial durante la carga y descarga de un capacitor en un circuito eléctrico y al final fueron evaluados mediante un test de concepto.

El test de concepto contenía un grupo de preguntas con diferente grado de complejidad que permitían clasificar a los alumnos en los niveles I, II y III, los cuales correspondían respectivamente a los niveles interpretativo, argumentativo y propositivo, de competencias básicas.

Los resultados mostraron que los alumnos del grupo experimental alcanzaron mayores niveles de competencia que los que hacían parte del grupo control.

PALABRAS CLAVES

Aprendizaje significativo, situación problema, modelación, intervención didáctica, función exponencial, unidad de enseñanza potencialmente significativa.

MODELING OF PHENOMENA WITH EXPONENTIAL RESPONSE : A CONTEXT FOR SIGNIFICANT LEARNING

ABSTRACT

The present study was an educational intervention in eleventh grade students from high scool San Vicente de Paul in Medellin, in order to build the concept of exponential function significantly under the focus of problem situations. Problem situations were created in the context of modeling of phenomena with exponential response.

For the study we used an experimental group in which was carried out the intervention and a control group which worked on the traditional way. The experimental group worked in teams of four students. To support the learning process was used the platform Moodle which was achieved with the interaction of students with the concepts proposed by developing pre-designed activities.

Students were given a sequence of problem situations with a potentially meaningful teaching unit (PMTU) to identify the prior knowledge of functions linear, quadratic, exponential, and then were given an experimental situation. In the practice of the linear function was proposed a graph-type situation where students had to build the symbolic model and tabular representation, for which it should use the concepts of slope and intercept to compare lines. In the practice of the quadratic function provided a table where students had to complete some elements of this function as apex, intercept, focus, directrix and equation. In the practice of students observed exponential function exponential behavior during charging and discharging a capacitor in an electrical circuit and eventually were evaluated by a test of concept.

The concept test contained a set of questions with varying degrees of complexity that allowed classifying students in Levels I, II and III, which correspond respectively to the levels of interpretation, argumentative and purposeful basic skills.

The results showed that students in the experimental group achieved higher skill levels than did the control group.

KEY WORDS

Significant learning, problem situation, modeling, teaching intervention, exponential function, potentially meaningful teaching unit.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 13
2. MARCO TEORICO…….…… 15
2.1 Enseñanza-Aprendizaje …….…. 15
2.2. Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel …….. 15
2.3. La intervención en el aula ..……... 16
2.3.1. Roles de los actores de la intervención didáctica ……..……... 17
2.3.1.1. El docente ……. 17
2.3.1.2. El alumno …….. 18
2.3.1.3. El contexto …… 18
2.3.1.4. Los objetos matemáticos …… 18
2.3.2. Situación problema ……..…….. 18
2.3.2.1. Definición de una red conceptual ……..…….. 19
2.3.2.2. El motivo …...…….…. 19
2.3.2.3. Estados de complejidad ….……... 19
2.3.2.4. Proponer una estrategia..…….. 20
2.3.2.5. Ejercitación …….…… 20
2.3.2.6. Ampliación, cualificación y desarrollo de los conceptos tratados ..….. 20
2.3.3. Intervención en el aula bajo un enfoque de situaciones problema …. 21
2.4. Evaluación del proceso …… 22
3. HIPOTESIS ……..…… 24
4. METODOLOGIA …….. …….. 24
4.1. Población de estudio …… …… 24
4.2. Recursos y Herramientas …….. 25
4.3. Intervención didáctica …..…… 25
4.4. Descripción de los test ….…….…. 26
5. ANALISIS ESTADÍSTICO ..…… ……... 27
5.1 Análisis univariado ..… ……... 27
5.2 Análisis bivariado …… …….. 27

6. RESULTADOS ...……. ……... 28
6.1. Niveles de competencia de los grupos control y experimental …….. 28
6.2. Comparación de niveles de competencia según el grupo ..… ……. 29
6.3. Comparaciones de medias de las notas de ambos grupos ..… …….. 32
6.3.1. Prueba de Normalidad ..……. ……... 33
6.3.2. Prueba de Homocedasticidad ...……. …….. 34
6.3.3. Prueba t de Student para comparación de medias... ……... 35
7. DISCUSIÓN ...……. ……. 36
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ...……. ……. 37
8.1. CONCLUSIONES ...…… ……..... 37
8.2. RECOMENDACIONES .. ……..... 37
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..… …….. 39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de competencia para el grupo control …….. 28

Tabla 2. Niveles de competencia para el grupo experimental ……. 28

Tabla 3. Nivel de competencia según el grupo ……..... 30

Tabla 4. Cálculo del RR …… 30

Tabla 5. Tabla de contingencia N1 vs N2 31

Tabla 6. Tabla de contingencia N3 vs N2 31

Tabla 7. Tabla de contingencia N3 vs N1 32

Tabla 8. Prueba de normalidad para el grupo control, usando Statgraphics 5.1 Plus ® …… 33

Tabla 9. Prueba de normalidad para el grupo experimental, usando Statgraphic 5.1 Plus ® …….. 34

Tabla 10. Prueba t de student, resultados de Statgraphics 5.1 Plus ® ……... 35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de los niveles de competencia del Grupo Control y Grupo Experimental ……..... 29
Figura 2. Gráfica de la Distribución Normal del Grupo Control …….. 33
Figura 2. Gráfica de la Distribución Normal del Grupo Experimental ……. 34

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS…….. 41
ANEXO 1. Situaciones problema de función lineal……. 42
ANEXO 2. Situaciones problema de función cuadrática……. 45
ANEXO 3. Situaciones problema de función exponencial. ……. 47
ANEXO 4. Práctica experimental…..……. 50
ANEXO 5. Test de Conceptos ……. 59
ANEXO 6 Modelo de Evaluación por competencias……. 63
ANEXO 7. Evidencias Fotográficas……...…….. 64

1. INTRODUCCIÓN

Durante muchas décadas se han realizado reformas en la educación colombiana que no han generado el impacto esperado en la calidad de la misma; generalmente el papel del educador de Matemáticas se reduce mas a un transmisor que a un mediador del conocimiento generando consigo un aprendizaje de tipo mecánico, dirigido más a la repetición y memorización de ideas que a la construcción de conceptos.

Debido a esto uno de los grandes retos en la educación matemática en la etapa escolar, es potenciar el pensamiento crítico y creativo de los aprendices, lo cual hace necesario realizar intervenciones didácticas en el aula, para mejorar los ambientes de aprendizaje que permitan al estudiante ser miembro activo en la construcción de su propio conocimiento.

Lo anterior es consistente con el propósito de los lineamientos curriculares y los estándares de competencia de reestructurar el currículo de Matemáticas, cuando proponen “resolución y planteamiento de problemas, razonamiento, comunicación, modelación, elaboración, comparación y ejercitación de procedimientos” (MEN, 1997) como procesos de gran relevancia en la enseñanza de esta área.

Teniendo en cuenta que la función exponencial es un modelo que permite representar la dinámica de diversos sistemas complejos y que en la enseñanza media dicha función es un concepto de difícil aprehensión, es importante evaluar la utilidad de propuestas pedagógicas orientadas a solución de situaciones problema que pongan en acción el concepto de función exponencial para alcanzar altos niveles de competencia en los estudiantes.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo es evaluar el impacto de la modelación exponencial en situaciones problema en la adquisición de aprendizaje significativo en estudiantes de grado 11°.

2. MARCO TEORICO

2.1 Enseñanza-Aprendizaje

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe involucrar de manera explícita tres categorías: “qué enseñar”; que es un asunto relacionado con los inventarios de conocimientos, “cómo enseñar”, que constituye un aspecto asociado con el dominio de estrategias didácticas y “cuánto se enseñar”, lo cual indaga por las evidencias que arroja el proceso de aprendizaje. Estas categorías deben interactuar en permanente armonía (Ahumada, 2001) y articularse mediante una intervención didáctica bien estructurada, ya que finalmente todas deben aportar elementos para la adquisición de un verdadero aprendizaje significativo.

2.2. Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel

Los elementos mas relevantes en la Teoría del Aprendizaje Significativo es la interacción entre los nuevos conocimientos y los conocimientos previos que el alumno tiene en su estructura cognitiva (Ausubel, 1976, 2002). En este proceso se pueden distinguir los siguientes aspectos:

- Identificación de los conocimientos previos (estado actual)
- Construcción del concepto (estado esperado)
- La intervención didáctica del aula (un conjunto de acciones para que haya adquisición del concepto)

Para que se produzca un aprendizaje significativo se debe cumplir con dos condiciones:

- El alumno debe tener predisposición para aprender, esto se conoce como actitud potencialmente significativa.

- Presentación de un material potencialmente significativo, esto requiere que: 1) el material tenga significado lógico, es decir que sea potencialmente relacionable con la estructura cognitiva del alumno de manera no arbitraria y sustantiva, 2) existan subsumidores adecuados en el alumno que permita la interacción con el nuevo conocimiento.

Existen tres tipos de aprendizaje significativo (Rodríguez, 2008):

Representacional. Es el mas básico y de él dependen los demás. Tiene una función identificativa sobre la cual se establece una relación entre el simbolo y su referente, este aprendizaje es básicamente reiterativo y por descubrimiento. Se produce primordialmente en la infancia.

De conceptos. Tiene una función simbólica que deriva de la relación de equivalencia que se establece esta vez entre el simbolo y los atributos definitorios, regularidades o criterios comunes de diferentes ejemplos de referentes; tiene un carácter de significado unitario.

Proposicional. Tiene una función comunicativa de generalización, cuyo objeto es aprender ideas expresadas verbalmente con concepto; maneja por tanto un significado compuesto. La finalidad del aprendizaje proposicional es la artribución de significado a las ideas expresadas verbalmente que son mucho mas que la suma de los significados de los conceptos que los componen.

2.3. La intervención en el aula

La intervención en el aula se hace bajo el enfoque de situaciones problema con el objetivo de movilizar competencias matemáticas, buscando potenciar el pensamiento matemático a través de procesos de conceptualización y simbolización (Mesa, 1998).

La situación problema es el detonador de la actividad cognitiva, para que esto suceda debe involucrar implícitamente los conceptos que se van a aprender, representar un verdadero problema para el estudiante, pero a la vez debe ser accesible a él y permitir a los alumnos utilizar conocimientos anteriores (Moreno, 2002).

Situaciones problema y conceptualización guardan una estrecha relación, ya que la situaciones le dan sentido a los conceptos, permite que estos se vayan construyendo de manera progresiva, generando una dinámica realimentada en el proceso de asimilación, este proceso se alcanza cada vez que las situaciones se presenten en niveles crecientes de complejidad, por tal motivo es importante un cierto dominio de un determinado nivel de complejidad antes de pasar al próximo, este aspecto tiene que ver con el concepto de campo conceptual propuesto por Vergnaud en 1990 como un campo de situaciones-problema, cuyo dominio es progresivo, lento, con rupturas y continuidades.

La enseñanza a través de situación problema además de poner en interacción los conocimientos previos con los nuevos conocimientos, genera además una interacción entre docente, alumnos, objetos de conocimientos y contexto, creando una verdadera comunidad de aprendizaje entre estos.

2.3.1. Roles de los actores de la intervención didactica

2.3.1.1. El docente. Este asume el rol de mediador y facilitador, observa como debaten los estudiantes, cuáles son sus estrategias de solución de la situación en cuestión, confronta las adquisiciones de los estudiantes con nuevas preguntas, lidera procesos de socialización colectiva, provee a los estudiantes de problemas de rutina, y finalmente evalúa el proceso de aprendizaje de los estudiantes, asumiendo esta como un proceso realimentado donde el error se utiliza como elemento detonador del aprendizaje.

2.3.1.2. El alumno. Este debe tener una actitud potencialmente significativa, esto es, debe tener ganas de aprender y de seguir los lineamientos que se le proponen, debe reconocerse como un miembro activo en la construcción de su propio aprendizaje, y, debe evolucionar a su ritmo y aportale a sus compañeros.

2.3.1.3. El contexto. Este tiene que ver con el ambiente o entorno de los estudiantes, este le da sentido a los conceptos matemáticos, un buen contexto genera interés en el alumno, y progresivamente fortalece la actitud potencialmente significativa que debe tener el estudiante para aprender. El contexto provee múltiples elementos que enriquecen la interacción entre los conceptos y de los agentes que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.3.1.4. Los objetos matemáticos. Estos se refieren a todos los conceptos matemáticos que implícitamente involucra la situación problema, estos se deben organizar de manera cuidadosa a través de una red conceptual.

2.3.2. Situación problema

La situación problema constituye el punto de partida de las situaciones didácticas. Definida como una situación didáctica fundamental, pone en juego, como instrumento implícito, los conocimientos que el alumno debe aprender (Moreno, 2002) y es también un espacio de interrogantes frente a los cuales el sujeto está convocado a responder. En el campo de las matemáticas, una *situación problema* se interpreta como un espacio pedagógico que posibilita tanto la conceptualización como la simbolización y la aplicación comprensiva de algoritmos, para plantear y resolver problemas de tipo matemático (Mesa, 1998).

Para plantear una situación problema, el docente requiere tener en cuenta las componentes que le dan cuerpo al proceso (Mesa, 1998):

2.3.2.1. Definición de una red conceptual.

Una red conceptual es una estructuración de conceptos que pueden ser considerados según diferentes estados de complejidad y variabilidad (Mesa, 1998). La red conceptual logra conjugar una serie de criterios tanto epistemológicos como pedagógicos que ponen en movimiento todos los conceptos que están implícitos en las situaciones que se proponen, permite conjugar el saber disciplinar, el saber particular que requiere la situación problema y además el saber individual**.**

2.3.2.2. El motivo

Es todo material sea, concreto o abstracto, que permita poner en acción conceptos matemáticos que estén implícitos en la situación problema propuesta, estos materiales en la teoría del aprendizaje significativos se conocen como materiales lógicos, en el caso concreto pueden ser físicos y el caso abstracto pueden ser ideas.

2.3.2.3. Estados de complejidad

La construcción del conocimiento a través de situaciones problema debe ser progresivo por tal razón es recomendable construir conceptos a través de secuencias de situaciones que aumenten sus niveles de complejidad.

Un concepto se torna significativo a través de una variedad de situaciones (Vergnaud 1994). Una manera práctica para elaborar las secuencias es a través de unidades de enseñanza potencialmente significativas las cuales son secuencias de enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en

enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases (Vergnaud, 1990).

2.3.2.4. Proponer una estrategia

La estrategia de intervención tiene que ver con los procedimientos utilizados para interactuar con los estudiantes, en esta fase se organizan aspectos como: el tipo de preguntas del docente, manejo de las respuestas y pregunta de los estudiantes, actividades individuales extra clases, como se manejan las dificultades que se presenten, como se promueven la actitudes positivas

2.3.2.5. Ejercitación

Se deben suministrar ejercicios de rutina que hay en los libros de textos para que el alumno adquiera pericia y se desenvuelva eficazmente frente a la formalización de los conceptos, de acuerdo a las literaturas vigentes. Para la elaboración de una situación problema se debe tener dominio del aspecto conceptual de tal manera que a través de una red dinámica se puedan construir los conceptos que se proponen, aunque la red es un buen comienzo para el proceso de construcción hay que tener en cuenta que hay que estar en permanente realimentación desde el momento que a los alumnos se les propone la situación, ya que cuando comienzan a aparecer apreciaciones de éstos, permite involucrar algunos conceptos que tal vez no se tenían inventariados.

2.3.2.6. Ampliación, cualificación y desarrollo de los conceptos tratados

La situación problema debe despertar interés en el alumno para seguir en la búsqueda de conocimiento; debe generar conjeturas que hagan que el estudiante continúe su búsqueda.

2.3.3. Intervención en el aula bajo un enfoque de situaciones problema (Munera, 2002).

Trabajo grupal: Los estudiantes se organizan en equipos de tres y emprenden un trabajo de discusión con base en la situación problema que se le suministra. El profesor asume el papel de facilitador: Pasa por los diferentes equipos observando las estrategias utilizadas en la solución de la situación, confronta las adquisiciones de los estudiantes con nuevas preguntas, crea espacio para que ellos mismos formulen y propongan estrategias de solución. En este espacio se busca poner en interacción los conocimientos previos que el estudiante tiene en la estructura cognitiva con los nuevos conocimientos.

Socialización colectiva: Luego de dos sesiones se realiza una plenaria, orientada por el docente, cada equipo realiza aporte sobre el trabajo realizado. En este espacio el docente organiza, sistemáticamente las relaciones entre conceptos que estaban implícitos en la situación, es decir se busca formalizar o institucionalizar el saber.

Espacio de Ejercitación: En los mismos equipos se le suministra a los estudiantes un taller de ejercicios de rutina, que los convoque a la realimentación de conceptos y ejercitación de la competencia básica asociada a los conceptos contenidos en la situación problema.

Indagación de resultados: El proceso de evaluación está orientado hacia el desarrollo de competencias, la concebimos como un proceso dinámico buscando que sea de carácter formativo, que permita hacer juicios de valor en vez de expresar un valor absoluto. Por tal razón buscamos que sea participativa, que potencie aspectos como: capacidad de discusión y negociación, la capacidad para formular y resolver problemas, capacidad de reflexión.

2.4. Evaluación del proceso

En el proceso de evaluación hoy en día muchos comparten la idea que se debe evaluar de manera integral al alumno, lo cual sugiere que la evaluación tenga tanto un componente cualitativo como cuantitativo, los instrumentos técnicos para recolectar la información deben dar cuenta de las evidencias del aprendizaje de los estudiantes para que este sea significativo.

La evaluación en esta concepción está orientada más a evaluar el proceso de desarrollo cognitivo de los estudiantes que de los resultados numéricos absolutos de los mismos. La evaluación debería ser considerada como un PROCESO y no como un suceso y construirse en un MEDIO y nunca en un fin (Ahumada, 2001).

Esta nueva concepción de la evaluación es conocida como Evaluación Auténtica, que radica en el proceso de delinear, obtener, procesar y proveer información válida, confiable y oportuna sobre el mérito y valía del aprendizaje de un estudiante, con el fin de emitir un juicio de valor que permita tomar diversos tipo de decisiones (Ahumada, 2003). El concepto de evaluación autentica suele ser un término genérico para describir una amplia variedad de nuevos enfoques al interior de la práctica escolar. En los tiempos contemporáneos y dado que la escuela ha cambiado con los contextos, es fundamental pensar en una educación integral, conexa con la cultura, con los sueños de los niños y del ser humano futuro.

Competencia. Es una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido (Bedoya, 2000). Esta actuación debe estar asociada con algún campo del saber, un alumno es competente cuando pone en juego o en acción el saber.

Las competencias asociadas a un objeto de conocimiento se definen en términos de la capacidad para saber interpretar, argumentar y proponer (Torrado, 1998), en

este sentido la evaluación se define como producto de la intervención en el aula, para la cual se han definido tres niveles de competencias orientadas a interpretar, argumentar y proponer.

El primer nivel está asociado a la competencia interpretativa, hace referencia al reconocimiento y distinción de elementos, objetos o códigos, el alumno debe comprender la información en cualquier sistema de símbolos o cualquier forma de representación. Las acciones específicas en la actuación de los alumnos son: 1) comprender proposiciones, 2) identificar argumentos, ejemplos, contraejemplos y demostraciones, 3) interpretar cuadros, tablas y gráficos, diagramas, dibujos y esquemas, 4) interpretar mapas, planos y modelos. Este nivel por ser el básico se espera que el 100% de los estudiantes lo superen.

El segundo nivel tiene que ver con el uso comprensivo de los objetos o elementos de un sistema de significación, el alumno tiene capacidad para justificar o encontrar razones para sostener un planteamiento referido a un objeto de conocimiento, debe tener la capacidad explicar el por qué, cómo y para qué. Estas categorías se pueden percibir a través de 1) la demostración de hipótesis y comprobación de hechos, 2) presentación de ejemplos y contra ejemplos, 3) la articulación de conceptos y 4) la sustentación de conclusiones. Se espera que este nivel se alcance en 80%

El tercer nivel es de mayor complejidad que los anteriores, está orientado a la producción y creación de soluciones a situaciones problemas, en este nivel se desarrollan competencias propositivas y las acciones específicas que deben evidenciar los estudiantes son: 1) plantear y resolver problemas, 2) formular proyectos, 3) generar hipótesis, 4) descubrir regularidades, 5) hacer generalizaciones y 6) construir modelos.

Estrategias para evaluar competencias

La situación problema facilita todas las herramientas necesarias y suficientes para evaluar competencias, estas preguntas son diseñadas con una intencionalidad de evaluar los conceptos que hacen parte de la red dinámica, para tal fin se definen unos indicadores de desempeño que facilitan un diagnostico muy acertado de las competencias establecidas en cada tema.

3. HIPOTESIS

El desempeño de los estudiantes sometidos a intervención didáctica mejora significativamente con respecto al desempeño de los estudiantes abordados a través del método tradicional.

4. METODOLOGIA

4.1. Población de estudio

En el estudio se incluyeron 127 alumnos del grado 11° de la Institución Educativa San Vicente de Paúl divididos en dos grupos: grupo control (n=65) en el cual se trabajó de manera tradicional y grupo experimental (n=62) al que se le realizó la intervención didáctica.

Estos grupos fueron constituidos de manera aleatoria con cuatro grupos del grado 11° (11°1, 11°2, 11°3 y 11°4) usando el software E xcel®. El grupo experimental quedó constituido por los estudiantes de los grados 11°1 y 11°3, mientras que el grupo control constituido por los estudiantes de los grados 11°2 y 11°4.

4.2. Recursos y Herramientas

Para la intervención didáctica se utilizó como apoyo la plataforma Moodle suministrada por La Dirección de la Maestría Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, en la cual estaba disponible el módulo con el conjunto de actividades a realizar, con el fin de que los estudiantes del grupo experimental no solo tuvieran acceso sino que interactuaran con la información. La dirección del sitio es: http//:maescentics.medellin.unal.edu.co/~camarquezf/moodle.

Para la práctica experimental se construyó un circuito eléctrico RC y un programa en el software Processing[1], se utilizó trajeta de interfaz de adquisición de datos Arduino[2] para el procesamiento de los datos.

4.3. Intervención didáctica

Para realizar la intervención didáctica se diseñó una unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS), la cual contenía un conjunto de situaciones problemas a través de la cual se puso en interacción los conocimientos previos con los nuevos conocimientos, que se pretendían que el estudiante adquiriera. Tales situaciones problema se presentaron de menor a mayor complejidad, siendo de mayor relevancia una de carácter experimental buscando un mejor contexto para el aprendizaje (ver Anexo 1). Los alumnos trabajaron en grupos de cuatro y luego se realizó una socialización dirigida por el docente.

El trabajo global con los estudiantes se desarrolló en tres fases:

---

[1] Processing es un lenguaje de programación y ambiente abierto para crear imagenes, animaciones e interacciones.

[2] Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar.

Fase 1: Se realizó un sondeo sobre función lineal, función cuadrática y función exponencial, el cual mostró el estado inicial de los estudiantes en cuanto a sus preconceptos y al estado mismo de sus competencias básicas. El estado encontrado hace necesario construir un organizador previo sobre los temas propuestos, en esta fase el docente recuerda los conceptos y los alumnos van recordando dichos conceptos, luego se le aplica una prueba para evidenciar avance. Finalmente se les suministran dos situaciones problemas de cada tema en su orden, función lineal, función cuadrática y función exponencial, que fueron evaluadas al terminar cada tema.

Fase 2: Se desarrollan situaciones problemas de tipo experimental, con las cuales se buscan modelar fenómenos de respuesta exponencial, en esta fase se busca comparar los resultados experimentales con los resultados que genera la simulación los modelos matemáticos que representan los fenómenos estudiados.

Fase 3: Se recopilan las evidencias del aprendizaje de los estudiantes, se analizan y se producen los informes del nivel de competencia alcanzado.

4.4. Descripción de los tests

Con el objetivo de recoger evidencia del aprendizaje de los estudiantes, se aplicó un test de ocho preguntas tanto al grupo experimental como al grupo control, para evaluar los conceptos que se proponía construir de manera significativa.

La información generada por el test proporciona dos puntos de vista para el análisis:

- Cualitativo: De acuerdo a las respuestas que cada estudiante le dio al test se clasificaron en el nivel 1, nivel 2 y nivel 3 respectivamente de menor a mayor grado de complejidad. Estos niveles son inclusivos es decir los estudiantes que

están en el nivel 2, también han superado el nivel uno y aquellos que están en el nivel tres también han superado el nivel uno y dos.

- Cuantitativo: a partir de las respuestas del mismo test, se obtuvo una nota de 0 y 5, con la cual se pretende comparar la nota promedio entre el grupo experimental y el grupo control.

5. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico se utilizaron los softwares Statgraphics 5.1 Plus® y Epi Info 7®.

El tratamiento de la información se realizó mediante dos tipos de análisis:

5.1 Análisis univariado

Los niveles de competencia se expresaron en porcentajes en tablas de frecuencia y posteriormente fueron graficadas.

5.2 Análisis bivariado

Para el análisis bivariado, se usó la Chi-cuadrado para determinar la asociación entre el nivel de competencia y el tipo de intervención, se calcularon los RR con intervalo de confianza del 95% y se consideró significativo un valor de $p<0.05$.

Adicionalmente se realizó comparación entre las medias de las notas de 0-5, entre ambos grupos utilizando una prueba t de student.

6. RESULTADOS

6.1. Niveles de competencia de los grupos control y experimental

Las tablas 1 y 2 muestran los niveles de competencia exhibidos por los grupos control y experimental después de aplicar el test de conocimiento. La primera columna muestra la frecuencia absoluta de individuos según el nivel máximo de competencia logrado. La segunda columna muestra la frecuencia acumulada "mayor o igual que" ya que un individuo en nivel 3, ha superado tanto el nivel 1 como el nivel 2 ó un individuo en el nivel 2, ha superado el nivel 1. La última columna muestra el porcentaje para esa frecuencia acumulada.

Tabla 1. Niveles de competencia para el grupo control

SUPERACIÓN DE NIVELES GRUPO CONTROL			
Competencia	Frec. absoluta	Frec. acumulada	Porcentaje
Nivel 1	19	65	100%
Nivel 2	33	46	71%
Nivel 3	13	13	20%
Total	65	124	

Tabla 2. Niveles de competencia para el grupo experimental

SUPERACIÓN DE NIVELES GRUPO EXPERIMENTAL			
Competencia	Frec. absoluta	Frec. acumulada	Porcentaje
Nivel 1	3	62	95%
Nivel 2	18	59	91%
Nivel 3	41	41	63%
Total	62	162	

En la figura 1 se muestra la superación de los niveles de competencia tanto del grupo control como del grupo experimental, en ella se puede apreciar como en el

nivel 1 el grupo experiental estuvo muy cercano al valor esperado, mientras que el grupo control alcanzó el 100%, esto podría estar asociado con la tendencia que presentó el grupo experiemental a trabajar preferencialmente las preguntas relacionadas con los niveles 2 y 3. Este hecho es muy significativo ya que el grado de complejidad de las preguntas en estos niveles es mayor y podría sugerir que la intervención didáctica genera más impacto en estos niveles porque hubo mayor adquisición del aprendizaje.

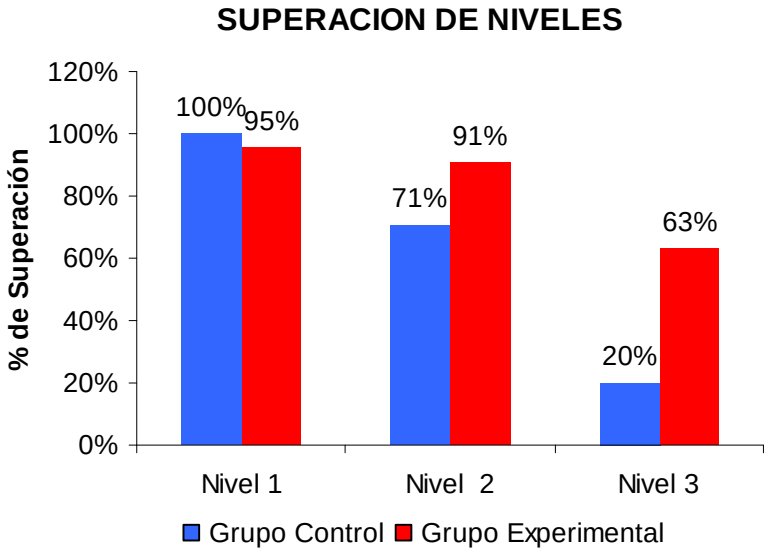


Figura 1. Comparación de los niveles de competencia del Grupo Control y Grupo Experimental

6.2. Comparación de niveles de competencia según el grupo

Este análisis se realizó mediante el uso de tablas de contingencia[3] con el fin de analizar la relación de dependencia o independencia entre los 3 niveles de competencia y el tipo de intervención realizada.

Ho= el nivel de competencia alcanzado es independiente del grupo donde se encuentre el estudiante

[3] Las tablas de contingencia se usan para analizar asociación entre variables cualitativas.

HA= el nivel de competencia alcanzado es dependiente del grupo donde se encuentre el estudiante

Tabla 3. Nivel de competencia según el grupo

Grupo	N1	N2	N3	Total
Experimental	62	59	41	162
Control	65	46	13	124
	127	105	54	286

Para buscar asociación entre los niveles de competencia según el grupo se aplicó una Chi-cuadrado, con 2 gl a los datos consignados en la tabla 3. Debido a que el valor calculado de 11.35 es mayor que el valor crítico de 5.99, se rechaza Ho y se concluye que hay dependencia entre el nivel de competencia y el grupo al cual pertenece el alumno.

Para buscar la fuerza de la asociación entre pertenecer a un grupo y el nivel de competencia, se calculó el riesgo relativo (RR) con su respectivo intervalo de confianza (IC) a través de tablas de contingencias como la mostrada en la tabla 4 usando el software Epi Info 7® y la ecuación 1.

Tabla 4. Cálculo del RR

		Nivel del competencia	
		N1	N2
Grupo	Experimental	**a**	**b**
	Control	**c**	**d**

$$RR = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}} \quad (1)$$

6.2.1. Nivel de competencia N1 vs N2 según grupo

Tabla 5. Tabla de contingencia N1 vs N2

		Nivel del competencia	
		N1	N2
Grupo	Experimental	62	59
	Control	65	46

De la tabla 5 se obtuvo RR=0.8750, p=0.1336 y IC (0.6925-1.1056) con un nivel de confianza 95%. Dado que el RR incluye el 1 y el valor de p es mayor de 0.05, se concluye con un nivel de confianza del 95% que no hay asociación entre el nivel de competencia 1 y el hecho de pertenecer al grupo experimental.

6.2.2. Nivel de competencia N3 vs N2 según grupo

Tabla 6. Tabla de contingencia N3 vs N2

		Nivel del competencia	
		N3	N2
Grupo	Experimental	41	59
	Control	13	46

De la tabla 6 se obtuvo RR=1.8608, p=0.0108 y IC (1.0904 - 3.1755) con un nivel de confianza 95%. Dado que el RR no pasa por el 1 y el valor de p es menor de 0.05 se encuentra significado estadístico: un RR aproximadamente igual a 2, indica que por cada alumno del grupo control que pasa al nivel 3, 2 alumnos del grupo experimental pasan al nivel 3 con un nivel de confianza del 95%.

6.2.3. Nivel de competencia N3 vs N1 según grupo

Tabla 7. Tabla de contingencia N3 vs N(Douglas C. Montgomery, 1996)

		Nivel del competencia	
		N3	N1
Grupo	Experimental	41	59
	control	13	46

De la tabla 7 se obtuvo RR=2.3883, p=0.00054 y IC (1.3778 - 4.1402) con un nivel de confianza 95%. Dado que el RR pasa por el 1 y el valor de p es menor de 0.05 se encuentra significado estadístico: un RR aproximadamente igual a 2, indica que por cada alumno del grupo control que pasa al nivel 3, 2 alumnos del grupo experimental pasan al nivel 3 con un nivel de confianza del 95%.

6.3. Comparaciones de medias de las notas de ambos grupos

Con el fin de comparar el desempeño promedio en el nivel de competencia alcanzado entre el grupo control y el grupo experimental se utilizó la prueba t de Student, previo a esto se demostraron los siguientes supuestos:

1. Escogencia aleatoria: la escogencia de ambos grupos se hizo de forma aleatoria a través de muestreo aleatorio simple, cuatro grupos de 11° se escogieron dos para el grupo experimental y dos para el grupo control.

2. Prueba de normalidad: se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para demostrar que los datos provienen de una distribución normal.
3. Prueba de homocedasticidad: es decir, homogeneidad de la varianza del nivel de desempaño en los dos grupos, usando la prueba de Levene.

6.3.1. Prueba de Normalidad

6.3.1.1. Grupo Control

Ho: los datos del grupo control no tienen una distribución normal

HA: los datos del grupo control tienen una distribución normal

Tabla 8. Prueba de normalidad para el grupo control, usando Statgraphics 5.1 Plus ®

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,280358	2,28707	<0.01*
Anderson-Darling A^2	3,66902	3,71331	0,0000*

Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la md (máxima diferencia) es de 0,280358 y es mayor que el valor crítico de p=0.01, por lo tanto se rechaza la Ho y se concluye que los datos se distribuyen normalmente, con un nivel de confianza del 99%.

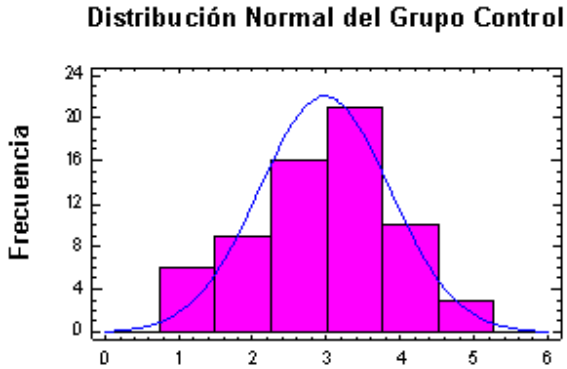


Figura 2. Gráfica de la Distribución Normal del Grupo Control

6.3.1.2. Grupo Experimental

Ho: los datos del grupo experimental no tienen una distribución normal

HA: los datos del grupo experimental tienen una distribución normal

Tabla 9. Prueba de normalidad para el grupo experimental, usando Statgraphic 5.1 Plus ®

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,172145	1,37233	<0.01*
Anderson-Darling A^2	2,32564	2,35513	0,0000*

Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la md (máxima diferencia) es de 0,172145 y es mayor que el valor crítico de p=0.01, se rechaza Ho y se concluye que los datos se distribuyen normalmente, con un nivel de confianza del 99%.

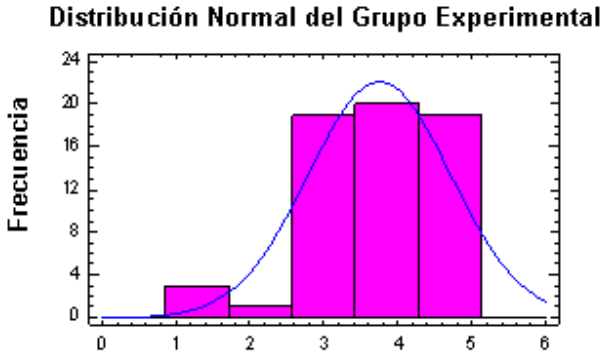


Figura 2. Gráfica de la Distribución Normal del Grupo Experimental

6.3.2. Prueba de Homocedasticidad

La comparación de las varianzas de las dos muestras por la prueba de Levene obtuvo los siguientes valores:

Ratio of Variances: [0,509887 - 1,3875]

F = 0,842392 P-value = 0,498323

Dado que el intervalo de confianza calculado con un nivel de confianza del 95% se extiende desde 0,509887 hasta 1,3875 para la relación de las varianzas y que contiene el 1, no existe una diferencia significativa entre las varianzas.

6.3.3. Prueba t de Student para comparación de medias

Ho: las medias de los dos grupos son iguales
H_A: las medias de los dos grupos son diferentes

Tabla 10. Prueba t de student, resultados de Statgraphics 5.1 Plus ®

	Control	Experimental
Count	65	62
Average	2,97538	3,74839
Variance	0,779072	0,924833
Standard deviation	0,882651	0,961683
95% CI mean	[2,75667 - 3,1941]	[3,50416 - 3,99261]

De acuerdo a los resultados de la tabla existe una diferencia en las medias de ambos grupos. La comparación de los intervalos de confianza indican que el desempeño del grupo experimental comprendido entre 3.50416 a 3.99261 fue significativamente mayor que el desempeño en el grupo control donde el intervalo va de 2.75667 a 3.1941.

El análisis de comparación de medias por medio de la prueba t de Student obtuvo los siguientes valores:

Ho: Media1 = media2
HA: Media1 $\neq$ media2

Asumiendo varianzas iguales:
t = -4,72248 P-value = 0,00000631785

Dado que el valor de p es menor de 0.05, se rechaza Ho y se concluye que las medias de los dos grupos son diferentes con una confianza del 95%.

7. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo, muestran que fue posible lograr un impacto en el aprendizaje significativo de los estudiantes que fueron sometidos a la intervención didáctica. Esto es relevante si se tiene en cuenta que en la literatura no se han reportado estudios que utilicen metodologías similares a las utilizadas para mostrar evidencia del aprendizaje significativo.

El uso de fenomenos con respuesta exponencial como contexto para construir el concepto de función exponencial de manera significativa fue un acierto ya que permitió simular una comunidad de aprendizaje, en la que se conjugaron todos los actores que deben intervenir en el acto educativo propuesto por la Teoría del Aprendizaje Significativo, igualmente se constituye en una propuesta innovadora que debería ser tenida en cuenta en el futuro.

Una de las fallas en la mayoría de los trabajos realizados bajo el enfoque de situaciones problema, es que con frecuencia presentan orientación más hacia el contexto matemático y no proporcian la experimentación directa como un espacio para la construcción del conocimiento utilizando la articulación de otras áreas de Las Ciencias.

Esta experiencia didáctica sugiere que se puede lograr aprendizaje significativo con muy buenos resultados en la enseñanza de las Matemáticas mediante la construcción de situaciones problema de tipo experimental en el campo de las Ciencias Naturales, ya que existe multiplicidad de fenómenos naturales que pueden servir como contexto para construir conceptos matemáticos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto un campo de acción interesante para futuras investigaciones, las cuales pueden enfocarse para resolver preguntas tales como:

¿Es posible mejorar la enseñanza-aprendizaje a partir de situaciones problemas de tipo experimental?

¿Una intervención didáctica de este tipo mejora nivel de competencia de los estudiantes en secundaria?

¿Hay mejoramiento en el ambiente de aprendizaje de los estudiantes a través de este tipo de intervención?

8.2. RECOMENDACIONES

La investigación encuentra en la Institución Educativa San Vicente de Paúl unos puntos álgidos en el área de Matemáticas, por tal razón se recomienda:

- Reestructurar el currículo de matemáticas en la Institución y darle una orientación hacia el desarrollo de situaciones problemas con énfasis en la experimentación directa y su constatación con la simulación de modelos matemáticos.
- Capacitar a los docentes del área en esta metodología para mejorar los niveles de desempeño de los estudiantes tanto en pruebas internas como en las externas.

- Trabajar con este tipo de intervención desde los primeros años de enseñanza para que los alumnos adquieran una cultura de aprendizaje a través de situaciones problemas.
- Facilitar los instrumentos y los espacios diferentes al aula de clases para llevar a cabo los laboratorios.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahumada, P. (2001). *La evaluación en la concepción del aprendizaje significativo* (Primera ed.). Valparaiso, Chile: Universidad de Valparaiso.

Ahumada, P. (2003). *Hacia una evaluación autentica del parendizaje.* México: Paidós.

Ausubel, D. (1976). *Psicologia educativa. Un punto de vista cognitivo.* México: Trillas.

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento.* Barcelona: Paidós.

Bedoya, M. D. (2000). *Competencias y proyecto pedagógico.* Santafé de Bogotá: Unilibros.

Carmen, C. (1992). *El aprendizaje significativo en el área de las matemáticas.* España.

Daniel, W. W. (2004). *Biostadistica, Base para el análisis de las ciencias de la salud* (Cuarta ed.). Mexico: Limusa.

Douglas C. Montgomery, y. G. (1996). *Probabilidad y Estadistíca aplicadas a la Ingeniería* (Segunda ed.). México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C. V.

Johnson, D. W. (1987). *Learning together and alone.* New jersey: Prentice hall.

Marco, M. (2002). La teroria de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de la ciencia y la investigación en el área. *Instituto de Física, UFRGS*, 28.

MEN. (1998). *Lineamientos Curricualres.* Santa Fe de Bogotá: Cooperativa editorial del Magisterio.

Mesa, B. O. (1998 p9). *Contextos para el diseño de situaciones problemas en la enseñanza de las matemáticas.* Medellin: U de A.

Moreira, M. (1993). *Teoría del aprendizaje Significativo.* Porto Alegre: Editora da Universidade.

Moreno Luis, y. W. (2002). *Fundamentación Cognitiva del curriculo de Matemáticas.* México: Seminario nacional de formación docente: Uso de nuevas tecnologías.

Munera Jhon Jairo, y. O. (2003). Las situaciones problemas como estrategia para la conceptualización Matemática. *Eduación y pedagogía Vol XV N-35*, 18.

Munera, J. J. (Agosto de 2001). Las situaciones problema como fuente de matemátización. *Cuadernos Pedagógicos*(16)

orlando, M. B. (1997). *Contexto para el diseño de situaciones problemas en la enseñanza de las matemáticas.* Medellín: Universidad de antioquia.

Rodriguez Palermo, L. M. (2008). *La teoria del aprendizaje significativo en la prespectiva de la psicología cognitva.* Barcelona: Octaedro.

Torrado, M. (1998). *Evaluación de aptitudes a la evaluación de competencias.* Santafé de Bogotá: Serie investigación y evaluación educativa.

Vergnaud. (1990, citado por Moreira 2005). Unidades de enseñanzas potencialmente significativa. *Universidad de Porto Alegre*, 22.

W, D. W. (2004). *Boestadistica.* Mexico: Limusa.

William Mendenhall, y. T. (1997). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (Cuarta ed.). México: Prentice Hall.

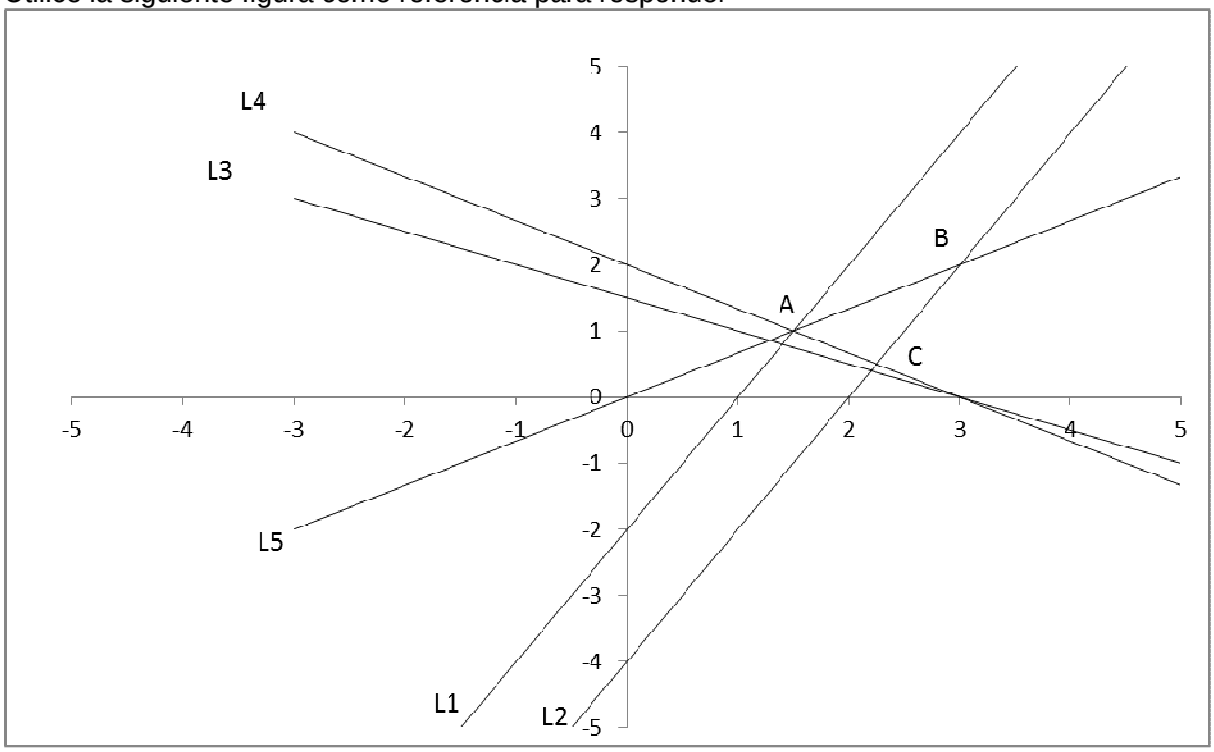
ANEXOS

ANEXO 1

1. SITUACIONES PROBLEMAS FUNCIÓN LINEAL

1.1. RELACIÓN ENTRE REPRESENTACIONES

Utilice la siguiente figura como referencia para responder



a. ¿Qué puede decir acerca de la pendiente $L_1 \; y \; L_2$?

b. ¿Cómo son los signos de las pendientes de $L_1 \; y \; L_3$?

c. ¿Cuál es la ecuación de la recta $L_1 \; y \; L_2$?

d. ¿Qué puedes decir las pendientes de las ecuaciones $L_1 \; y \; L_2$?

e. ¿Cuál es la solución del sistema de ecuaciones formados por $L_1 \; y \; L_2$?

f. Encuentre una ecuación lineal que sea perpendicular tanto L_1

g. Encuentre una ecuación lineal que sea perpendicular tanto L_2

h. ¿Cuál es la recta que es perpendicular tanto a L_1 como a L_2

i. Escriba un sistema de dos ecuaciones lineales que esté representado en la gráfica y cuya solución sea el punto $\left(\frac{3}{2},1\right)$

j. Verifique simbólicamente la solución analíticamente.

k. ¿Cuál es la ecuación de la recta L_4?

l. ¿Cómo se comporta la pendiente de la recta L_4?

m. Halle las distancias de los segmentos AB, BC, AC.

n. Haga un plan para hallar el perímetro del triángulo ABC.

o. Utilice ese plan para hallar el perímetro

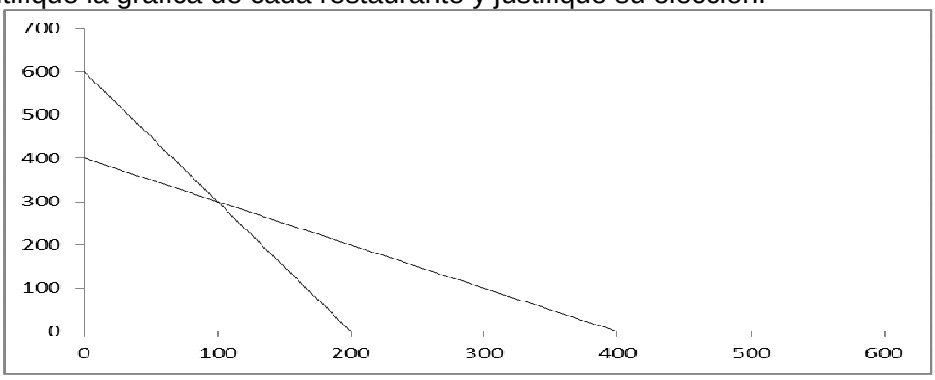
1.2. SITUACION PROBLEMA: APLICACIÓN PLANTEO

Jhon es dueño de un restaurante de comida rápida, llamado John's. En su restaurante, él vende a sus clientes, por $1200 pesos, un paquete consistente en 6 gaseosas y 2 hamburguesas.

En otro restaurante, Jairo's, el dueño propone otro negocio similar. Una gaseosa y una hamburguesa por $400.

1. En el plano cartesiano que aparece a continuación se encuentra las gráficas de la relación entre los precios de la gaseosa y de la hamburguesa tanto en John's, como en Jairo's.

   Identifique la gráfica de cada restaurante y justifique su elección.



2. Explique por qué la relación entre el precio posible de la gaseosa (llámelo x) y el precio posible de la hamburguesa (llámelo y) en el restaurante John's es: $y = -3x + 600$

3. Explique por qué en el cado del restaurante Jairo´s la relación es: $y = -x + 400$

4. Explique por qué en el restaurante John's no es posible que la gaseosa valga $200 y la hamburguesa $300. Proponga un precio de gaseosa y hamburguesa que sea posible en John's, de acuerdo al negocio que este restaurante propone. Hago lo mismo con Jairo´s.

5. Dé un ejemplo de un precio de gaseosa y un precio de hamburguesa que no sea posible en John's y una pareja de precios que no funcione conel negocio de Jairo´s. Explique.

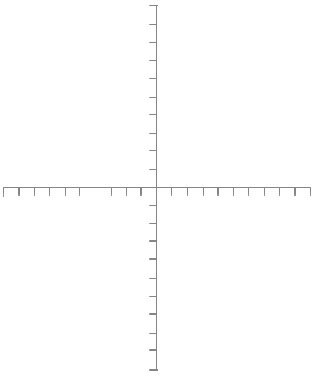
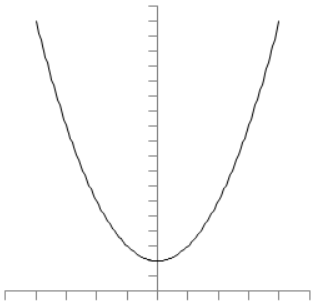
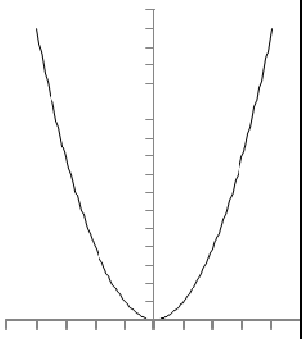
6. Halle el único valor de la gaseosa y de la hamburguesa que son posibles al mismo tiempo en John's y Jairo´s. Resuelva esto simbólicamente (con las ecuaciones) y justifique su respuesta gráficamente.

7. ¿para qué precios de la gaseosa, es más cara la hamburguesa en John's que en Jairo´s? Exprese este problema simbólicamente, resuélvalo y justifíquelo gráficamente

ANEXO 2

FUNCIÓN CUADRÁTICA

Complete los espacios en blanco. En la gráfica cada marca representa una unidad.

			Gráfica
$y = x^2 - 1$		$y = x^2$	Expresión simbólica
	$(0,2)$	$0 = 0$	Vértice
		X=0	Eje de simetría
	$\left(0, \frac{9}{4}\right)$	$\left(0, -\frac{1}{4}\right)$	Foco
$y = -\frac{5}{4}$	$y = \frac{7}{4}$	$y = -\frac{1}{4}$	Directriz
	Traslación en y de dos unidades hacia arriba	Ninguna	Acción con relación a $y = x^2$
$\Re$	$\Re$	$\Re$	Dominio
		$[0, \infty)$	Rango

Relación entre representaciones

Una bala se dispara hacia arriba desde la azotea de un edificio que tiene 28 pisos (Aproximadamente 100 metros de alto). Arranca con una velocidad inicial de $32m/s$ y sigue una trayectoria que está dada por la expresión $h(t) = -16t^2 + 32t + 100$; $h(t)$ representa la altura de la bala (en metros) después de t segundos

1. Realice la gráfica en Excel desde -5 a 5 en x, y desde -20 hasta 120 en y
2. ¿Qué porción de la gráfica representa el recorrido de la bala?
3. ¿Para qué valores de x de lal gráfica tiene sentido la situación?
4. ¿Qué altura alcanza la bala luego de medio segundo de su lanzamiento?
5. ¿En qué momento vuelve la bala a alcanzar la altura del edificio?
6. ¿En qué momento alcanza la bala la altura máxima?¿Cuál es esa altura?
7. ¿En qué parte de la gráfica se ve que la altura toca el piso?¿En qué momento ocurre esto?

ANEXO 3

SITUACIÓNES PROBLEMA DE FUNCIÓN EXPONENCIAL

1. SITUACIÓN PROBLEMA 1

La masa de una población de bacterias aumenta un 25 % por hora. En un determinado momento se colocan 120 g de bacterias en una cubeta.

a. ¿Cuántos gramos de bacterias hay inicialmente?
b. ¿Cuántos gramos de bacterias habrá al cabo de 1 hora?
c. ¿Y de 2 horas?
d. ¿Y de 3 horas?
e. ¿Y de 4 horas?
f. ¿Y de 5 horas?
g. ¿Y de t horas?
h. Representen gráficamente la masa total de bacterias en función del tiempo.
i. Represente simbólicamente
j. Qué pasaría si el crecimiento es constante, ¿Cómo sería su gráfica?

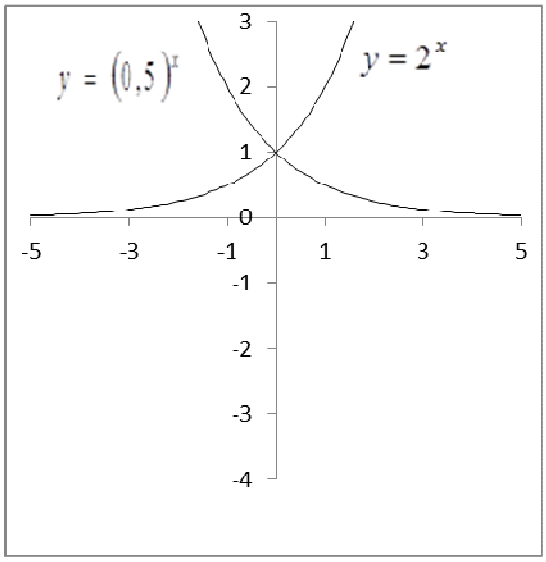
2. SITUACIÓN PROBLEMA 2

En un banco ofrecen dos formas distintas de depósitos.
Opción A: Interés simple del 10% mensual invirtiendo un capital de 1000 como mínimo.
Opción B: Interés compuesto del 10% mensual invirtiendo un capital de 500 como mínimo.

a. ¿Cuánto se obtiene por concepto de interés simple durante un año?
b. ¿Cuánto se obtiene por concepto de interés compuesto?
c. ¿Realice una simulación en la opción A durante 5 años?
d. ¿Realice una simulación durante 5 años de la opción B?
e. ¿Qué opción es la más conveniente invirtiendo el mínimo requerido?
f. Realice una gráfica con el rendimiento con el interés simple y el interés compuesto?
g. ¿Cómo es el comportamiento de cada opción?

h. ¿Si p es el capital principal, se invierte a una tasa de interés i por periodo, entonces después de un un periodo es pi, la cantidad de dinero A es?
i. Si se invierte el interés, ¿cuál es el nuevo capital en un segundo periodo?
j. ¿cuál es el nuevo capital en un tercer, cuarto y quinto periodo?
k. Construya una una fórmula de formación que le permita resumir el proceso anterior
l. Si la tasa de interés anual es r y si el interés se compone en n veces por año, entonces la tasa de interés es $i = \frac{r}{n}$, y hay nt periodos en t años. Construya una fórmula matemática que permita relacionar todas estas variables
m. Simule este proceso en excel

3. SITUACIÓN PROBLEMA 3



a. Encuentre una representación tabular de cada función
b. Cuándo $x > 0$ y x crece ¿Cómo se comportan las funciones?
c. Cuándo $x < 0$ y x decrece ¿Cómo se comportan las funciones?
d. ¿Corta la curva al eje x en algún momento?
e. ¿Cuál es el dominio de la función?
f. ¿Cuál es el rango de la función?
g. ¿En qué punto la curva corta al eje y?
h. ¿Qué ocurre cuando la base es negativa?

i. ¿Cuál es el comportamiento cuando la base es positiva y mayor que uno?

j. ¿Cuál es el comportamiento cuando la base es positiva y menor que uno es decir $0 < a < 1$?

k. ¿Existe alguna curva con base positiva corta al eje x?

l. ¿El punto $(2,4)$ al cual de la funciones pertenece?

m. ¿El punto $(2,0,25)$ al cual de la funciones pertenece?

n. ¿Cuál es la función exponencial que pasa por el punto $(2,25)$?

o. ¿Cuál es la función exponencial que pasa por el punto $\left(3, \frac{1}{8}\right)$?

p. Al graficar la funciones $y = 2^x$, $y = e^x$, $y = 3^x$ ¿Qué puedes concluir?

ANEXO 4

PRÁCTICA EXPERIMENTAL
Carga y Descarga de un condensador

1. Objetivo general:

Encontrar un modelo matemático a partir de la función exponencial que explique el proceso de carga y descarga de un condensador.

2. Objetivos específicos

Identificar las características principales de una grafica al manipular sus datos.
Obtener una expresión exponencial que permita la modelización de la carga y descarga de un condensador.

Emplear la función exponencial para predecir un evento específico.

3. Fundamentos

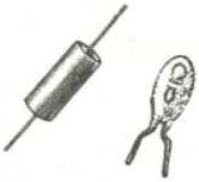
Un condensador es un dispositivo electrónico capaz de almacenar carga o energía eléctrica de forma temporal. Está formado por dos placas metálicas separadas por un material aislante llamado dieléctrico. Como las resistencias se dividen en dos grandes grupos, fijos y variables.

Los condensadores fijos se dividen a la vez en polarizados o electrolíticos y no polarizados. Los no polarizados se clasifican según el tipo de fabricación en: Poliéster, mica, cerámica y papel.
Los electrolíticos o polarizados, se clasifican en dos tipos: de aluminio y de tantalio.

Los condensadores variables, también se clasifican en dos tipos: condensadores con dieléctrico de aire y condensadores con dieléctrico de mica.

Condensadores fijos

Cerámica



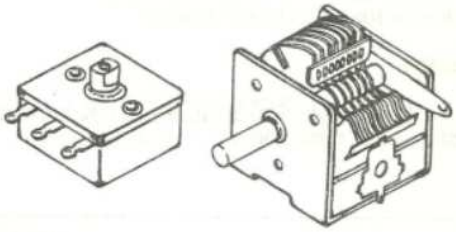
Tubulares y poliéster

Electrolíticos o polarizados

Aluminio

Tantalio

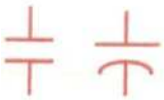
Condensadores variables



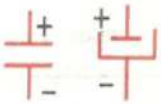
Dieléctrico de aire

Trimmer o de ajuste
Dieléctrico de mica

Símbolos



Fijos no polarizados



Fijos polarizados

Variables

Carga de un condensador:

$$C = \frac{Q}{V}$$

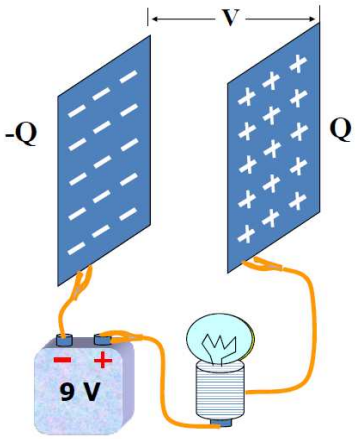
<u>Unidades:</u>

C = Faradio (F)

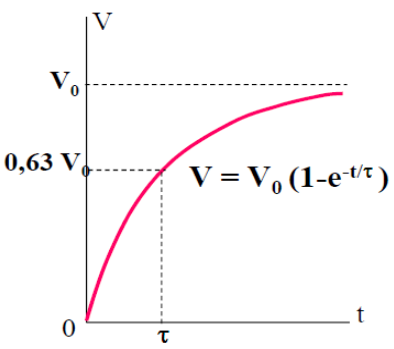
mF = Milifaradio

µF = Microfaradio

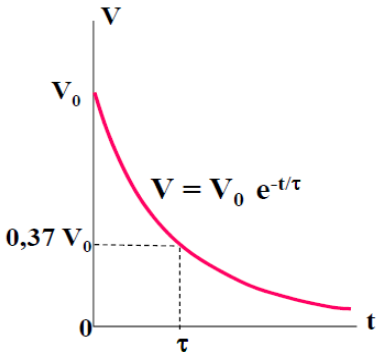
pF = Picofaradio



Proceso de carga



Proceso de descarga



$$\tau = RC$$

Obtención de la ecuación del proceso de carga mediante el ajuste por una recta:

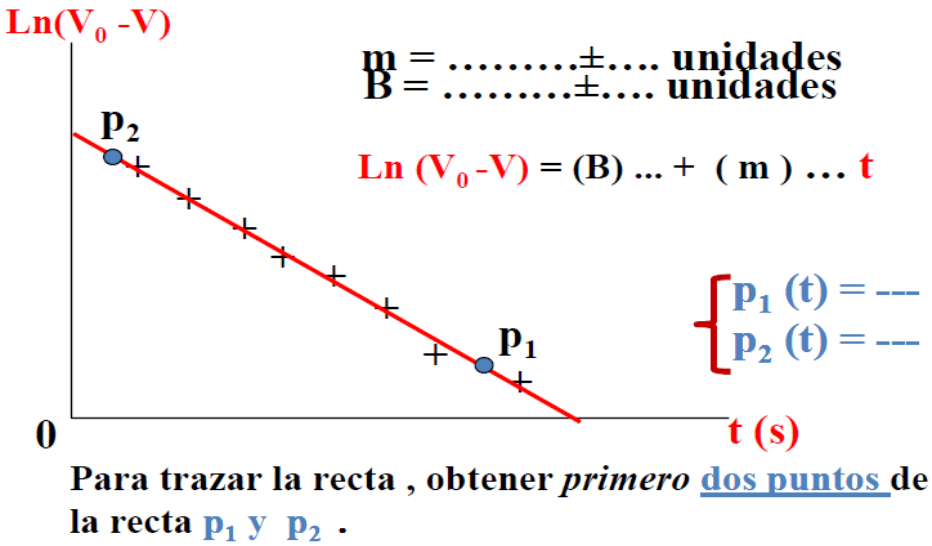
$$V = V_0\left(1 - e^{-t/\tau}\right) \rightarrow V_0 - V = V_0\, e^{-t/\tau}$$

$$In\,(V_0 - V) = In\,V_0 - (1/\tau)t$$

$$Y \quad = \quad B \quad + \quad m \;\; X$$

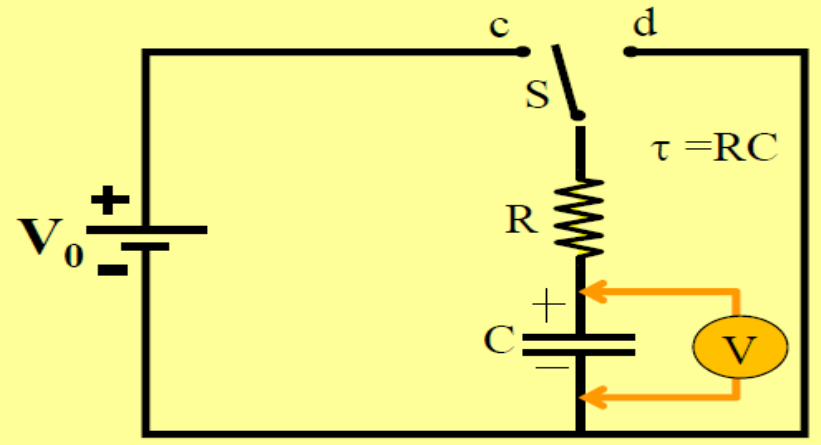
$$m = -\frac{1}{\tau}\,;\; \tau = -\frac{1}{m}$$

$$B = In\,V_0\,;\; V_0 = e^{B}$$



Para trazar la recta , obtener *primero* dos puntos de la recta p_1 y p_2 .

Esquema del circuito y proceso de carga y descarga:



4. Materiales

Arduino

Board

Condensadores de de valor nominal de 10 microfaradios

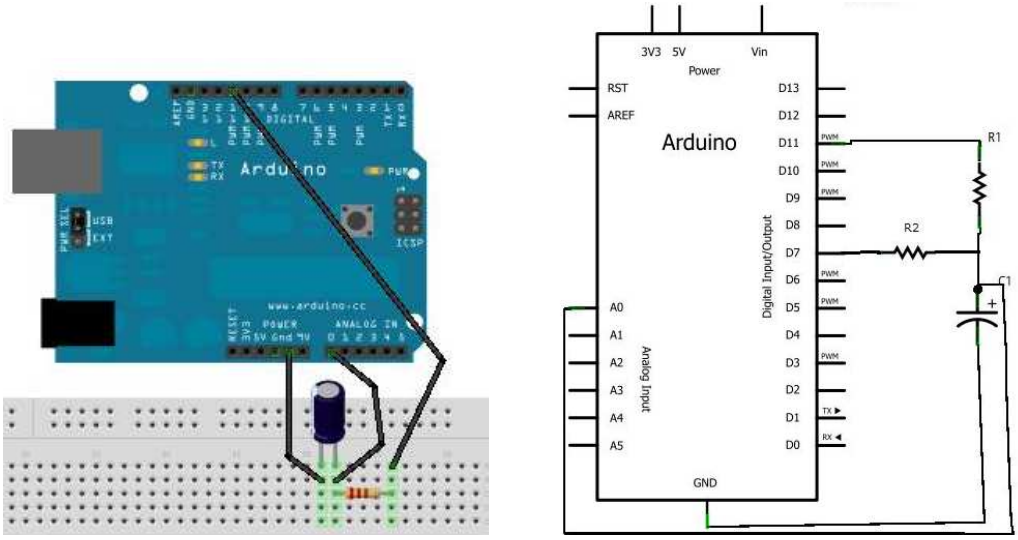
Resistencias de 10,100 y 1000 ohmios

Baterias de 9 voltios

Pc y cables.

5. Procedimiento

5.1. Montar el siguiente circuito con el Arduino



5.2. Digite y Compile el siguiente programa en el arduino.

```
//by David A. Mellis
//by Tom Igoe, Scott Fitzgerald
//and David A. Mellis,
// modified 17 Apr 2011 S Solano
//This example code is in the public domain.
const int Pin =  7;  // the number of the pin the charga
const int Pin0 =  11;  // the number of the pin the discharga
int portState = HIGH; // portState used to set the port
```

```
int portState0 = LOW; // portState used to set the port
long previousMillis = 0;  // will store last time cycle was updated
// the follow variables is a long because the time, measured in miliseconds,
// will quickly become a bigger number than can be stored in an int.
long interval = 50000;  // interval at which HIGH or LOW (milliseconds)
 void setup() {
// declare pin to be an output (inicility):
   pinMode(Pin, OUTPUT);
   pinMode(Pin0, INPUT);
// initialize the serial communication:
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
// create a square wave the time period 1000 ms of pin
unsigned long currentMillis = millis();
  if(currentMillis - previousMillis > interval) {
// save the last time that cycle
    previousMillis = currentMillis;
// if the wave is high turn low on and vice-versa:
    if (portState == HIGH){
      portState = LOW;
      portState0 = HIGH;}
      else{
      portState = HIGH;
      portState0 = LOW;}
// set the port with the portState of the variable:
    digitalWrite(Pin, portState);
    digitalWrite(Pin, portState0);
    }
// send the value of analog input 0:
  Serial.println(analogRead(A0));
// wait a bit for the analog-to-digital converter
// to stabilize after the last reading:
```

```
  delay(10);
}
```

5.3. Digite y Compile el siguiente programa en processing

```
// Graphing sketch
// This program takes ASCII-encoded strings
// from the serial port at 9600 baud and graphs them. It expects values in the
// range 0 to 1023, followed by a newline, or newline and carriage return

// Created 20 Apr 2005
// Updated 18 Jan 2008
// by Tom Igoe
// This example code is in the public domain.

 import processing.serial.*;

 Serial myPort;        // The serial port
 int xPos = 1;         // horizontal position of the graph

 void setup () {
 // set the window size:
 size(400, 300);

 // List all the available serial ports
 println(Serial.list());
 // I know that the first port in the serial list on my mac
 // is always my  Arduino, so I open Serial.list()[0].
 // Open whatever port is the one you're using.
 myPort = new Serial(this, Serial.list()[0], 9600);
 // don't generate a serialEvent() unless you get a newline character:
 myPort.bufferUntil('\n');
 // set inital background:
 background(0);
```

```
}
void draw () {
// everything happens in the serialEvent()
}

void serialEvent (Serial myPort) {
// get the ASCII string:
String inString = myPort.readStringUntil('\n');

if (inString != null) {
// trim off any whitespace:
inString = trim(inString);
// convert to an int and map to the screen height:
float inByte = float(inString);
inByte = map(inByte, 0, 1023, 0, height);

// draw the line:
stroke(127,34,255);
line(xPos, height, xPos, height - inByte);

// at the edge of the screen, go back to the beginning:
if (xPos >= width) {
xPos = 0;
background(0);
}
else {
// increment the horizontal position:
xPos++;
}
}
}
```

Ejecute y observe la gráfica resultante. ¿Que concluye?

5.4. R = ….±….Ω; V_0=….±….; C'=….±….μF

N	V(V)	t_1	t_2	t_3	t	V_0-V	Ln(V_0-V)
1	1						
2	2						
3	3						
4	4						
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
…	…						

6. Informe:

a. Grafique en Excel v V_S t.

b. Grafique en Excel el ajuste lineal de la ley de carga.

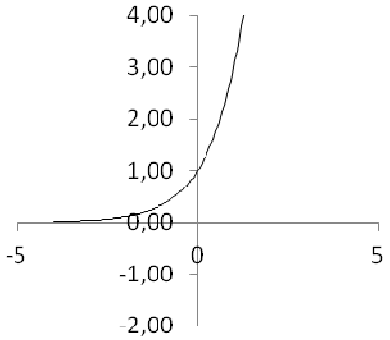
c. Reportar debidamente los resultados, el análisis y las conclusiones.

ANEXO 5

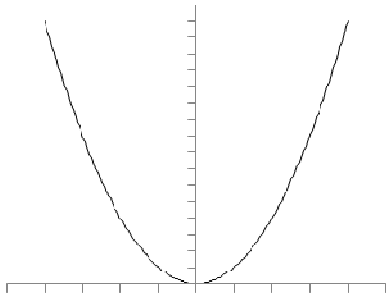
TEST DE CONCEPTOS

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN VICENTE DE PAÚL
EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS
ÁREA DE MATEMÁTICAS
PROFESOR: Carlos Márquez Fernández

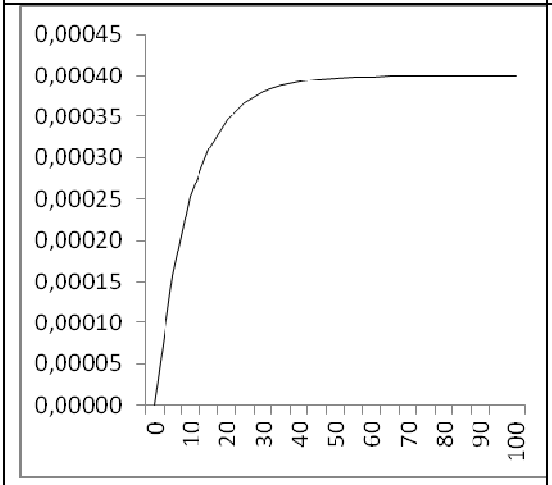
1. La curva que representa la carga del condensador es:



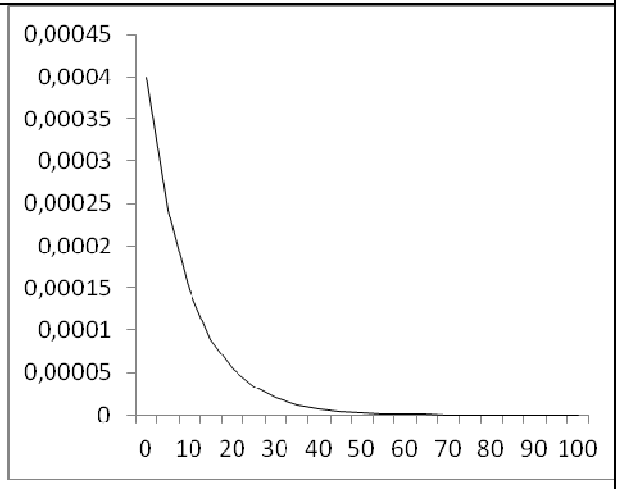
a.



b.

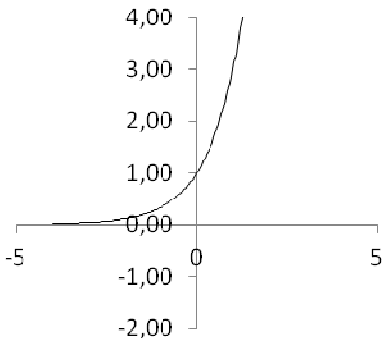


c.

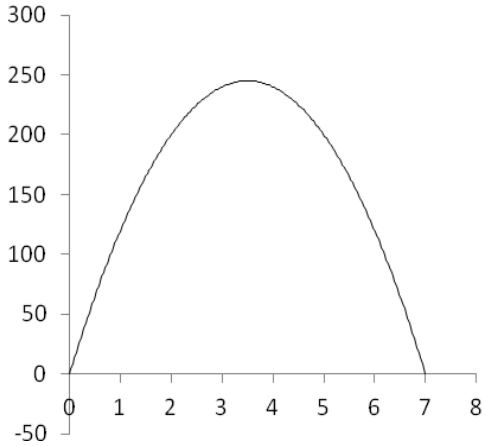


d.

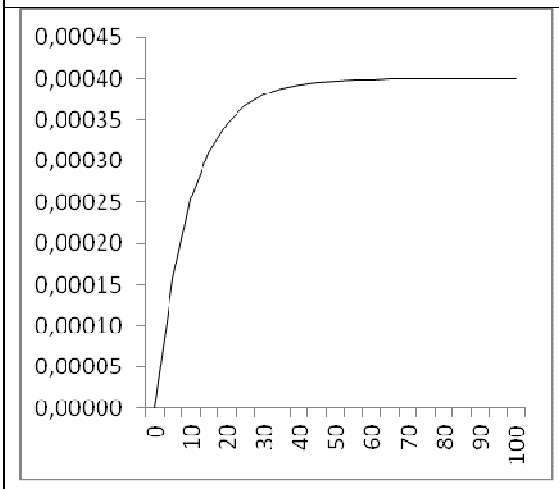
2. La curva que representa la descarga del condensador es:



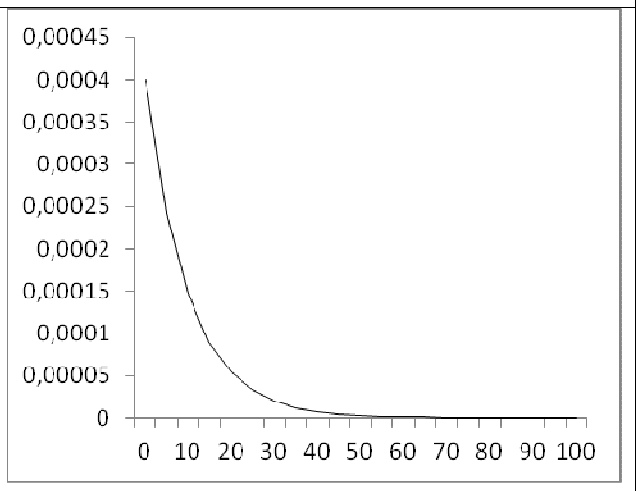
a.



b.



c.



d.

3. Una sustancia radioactiva tiene inicialmente 500 gramos. Dicha sustancia se va desintegrando y en un instante "t" la cantidad de sustancia está dada por $f(t) = 500e^{-0,05t}$ ¿Cuánta sustancia queda después de 4 horas?

   a. 503,4 gramos
   b. 409,4 gramos
   c. 709,4 gramos
   d. 809,4 gramos

4. El número de bacterias presentes en un cultivo, después de t horas, está dado por el modelo simbólico $f(t) = 50e^{0,7t}$. El número de bacterias al iniciarse el cultivo es de:
   a. 30 bacterias
   b. 35 bacterias
   c. 40 bacterias
   d. 50 bacterias

5. La intensidad de la corriente de carga en esos mismos instantes al cabo de 20 segundos es:
   a. $4,4x10^{-3}$
   b. $6,4x10^{-3}$
   c. $0,54x10^{-4}$
   d. $5,4x10^{-3}$

6. ¿Qué tiempo sería necesario para que el condensador adquiera su carga final si la intensidad de la corriente de carga fuese en todo momento igual a la inicial?
   a. $20s$
   b. $10s$
   c. $12s$
   d. $15s$

7. El tiempo será necesario para que la carga del condensador aumente de 2 a 4 mc es:
   a. $6,93s$
   b. $3,93s$
   c. $4,93s$
   d. $9,93s$

8. Se conecta un condensador de 20 µF a un generador de 200 V a través de una resistencia de 0,5 MΩ. La carga del condensador al cabo 20 s, es:
   a. $1,57x10^{-3}$

b. $3{,}46x10^{-3}$

c. $2{,}53x10^{-3}$

d. $5{,}4x10^{-3}$

ANEXO 6.

DISEÑO DE LA EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

Competencia	Nivel de competencia	Pregunta	Desempeño Evaluado	Porcentaje de respuestas correctas en cada desempeño	
	Nivel 1		• Reconoce la curva de carga de un condensador como un crecimiento exponencial. Identifica la curva de descarga de un condensador como un decaimiento exponencial.	%Alcanzado	%Esperado
Interpretativa	Reconocimiento y distinción. Comprensión de información en cualquier sistema de símbolos o cualquier formas de representación	1,2,			100%
	Nivel 2		• Hace predicciones a través del modelo simbólico exponencial. • Propone soluciones a través de utilización del modelo exponencial. • Explica las soluciones a la luz del modelo exponencial • Formula soluciones a partir del modelo exponencial	%Alcanzado	%Esperado
Argumentativa	Explicación y justificación de enunciados y acciones	3,4,5,6			80%
	Nivel 3		• Estima los valores para cualquier variable del modelo exponencial • Verifica las soluciones que generan los modelos exponenciales	%Alcanzado	%Esperado
Propositiva	Producción y creación	7,8			30%

ANEXO 7. EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS