

NA
Nivelación
Académica



Guía de Estudio

Simulación y Modelos Matemáticos

Matemática



© De la presente edición

Colección:

GUÍAS DE ESTUDIO - NIVELACIÓN ACADÉMICA

DOCUMENTO:

Unidad de Formación
Simulación y Modelos Matemáticos
Documento de Trabajo

Coordinación:

Dirección General de Formación de Maestros
Nivelación Académica

Como citar este documento:

Ministerio de Educación (2016). Guía de Estudio: Unidad de Formación
“Simulación y Modelos Matemáticos”, Equipo Nivelación Académica, La Paz Bolivia.

LA VENTA DE ESTE DOCUMENTO ESTÁ PROHIBIDA

Denuncie al vendedor a la Dirección General de Formación de Maestros, Telf. 2912840 - 2912841

NA



Simulación y Modelos Matemáticos

Matemática



Puntaje

Datos del participante

Nombres y Apellidos:

Cédula de identidad:

Teléfono/Celular:

Correo electrónico:

UE/CEA/CEE:

.....

ESFM:

Centro Tutorial:

Índice

Presentación	7
Estrategia Formativa	8
Objetivo Holístico de la Unidad de Formación	10
Orientaciones para la Sesión Presencial	11
Materiales Educativos	12
Partiendo desde nuestra Experiencia y el Contacto con la Realidad.....	13
Tema 1: Introducción a la Simulación	16
Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico	17
1. Conceptos básicos de simulación	17
2. Definición de sistema	18
3. Elementos de simulación.....	19
4. Generación de variables	21
5. Etapas para realizar un estudio de simulación: formulación del problema, colección de datos, formulación del modelo, verificación, validación del sistema, interpretación, documentación.....	24
Tema 2: Modelos de Simulación	25
Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico.....	26
1. Modelo teórico, conceptual y sistémico.....	26
2. Simulación por computadora	28
3. Simulación en la educación	30
Tema 3: Modelos Matemáticos.....	32
Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico.....	33
1. Concepto de modelo matemático	33
2. Clasificación de modelos	35
3. Modelos matemáticos en los fenómenos sociales	36

4. Modelos matemáticos en los fenómenos naturales.....	37
5. Optimización.....	38
Tema 4: Optimización de Modelos	43
Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico.....	43
1. Modelo y modelado	43
2. Etapas en el desarrollo de un modelo	44
3. Problemas característicos.....	46
4. Modelado de implicaciones lógicas.....	47
Orientaciones para la Sesión de Concreción	49
Orientaciones para la Sesión de Socialización	56
Bibliografía	57
Anexo	



Presentación

El proceso de Nivelación Académica constituye una opción formativa dirigida a maestras y maestros sin pertinencia académica y segmentos de docentes que no han podido concluir distintos procesos formativos en el marco del PROFOCOM-SEP. EL mismo ha sido diseñado desde una visión integral como respuesta a la complejidad y las necesidades de la transformación del Sistema Educativo Plurinacional.

Esta opción formativa desarrollada bajo la estructura de las Escuelas Superiores de Formación de Maestras/os autorizados, constituye una de las realizaciones concretas de las políticas de formación docente, articuladas a la implementación y concreción del Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo (MESCP), para incidir en la calidad de los procesos y resultados educativos en el marco de la Revolución Educativa con 'Revolución Docente' en el horizonte de la Agenda Patriótica 2025.

En tal sentido, el proceso de Nivelación Académica contempla el desarrollo de Unidades de Formación especializadas, de acuerdo a la Malla Curricular concordante con las necesidades formativas de los diferentes segmentos de participantes que orientan la apropiación de los contenidos, enriquecen la práctica educativa y coadyuvan al mejoramiento del desempeño docente en la UE/CEA/CEE.

Para apoyar este proceso se ha previsto el trabajo a partir de Guías de Estudio, Dossier Digital y otros recursos, los cuales son materiales de referencia básica para el desarrollo de las Unidades de Formación.

Las Guías de Estudio comprenden las orientaciones necesarias para las sesiones presenciales, de concreción y de socialización. En función a estas orientaciones, cada tutora o tutor debe enriquecer, regionalizar y contextualizar los contenidos y las actividades propuestas de acuerdo a su experiencia y a las necesidades específicas de las y los participantes.

Por todo lo señalado se espera que este material sea de apoyo efectivo para un adecuado proceso formativo, tomando en cuenta los diferentes contextos de trabajo y los lineamientos de la transformación educativa en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Roberto Iván Aguilar Gómez
MINISTRO DE EDUCACIÓN

Estrategia Formativa

El proceso formativo del Programa de Nivelación Académica se desarrolla a través de la modalidad semipresencial según calendario establecido para cada región o contexto, sin interrupción de las labores educativas en las UE/CEA/CEEs.

Este proceso formativo, toma en cuenta la formación, práctica educativa y expectativas de las y los participantes del programa, es decir, maestras y maestros del Sistema Educativo Plurinacional que no concluyeron diversos procesos formativos en el marco del PROFOCOM-SEP y PPMI.

Las Unidades de Formación se desarrollarán a partir de sesiones presenciales en periodos intensivos de descanso pedagógico, actividades de concreción que la y el participante deberá trabajar en su práctica educativa y sesiones presenciales de evaluación en horarios alternos durante el descanso pedagógico. La carga horaria por Unidad de Formación comprende:

SESIONES PRESENCIALES	CONCRECIÓN EDUCATIVA	SESIÓN PRESENCIAL DE EVALUACIÓN	
24 Hrs.	50 Hrs.	6 Hrs.	80 Hrs. X UF

FORMACIÓN EN LA PRÁCTICA

Estos tres momentos consisten en:

1er. MOMENTO (SESIONES PRESENCIALES). Parte de la experiencia cotidiana de las y los participantes, desde un proceso de reflexión de su práctica educativa.

A partir del proceso de reflexión de la práctica de la y el participante, la tutora o el tutor promueve el diálogo con otros autores/teorías. Desde este diálogo de la y el participante retroalimenta sus conocimientos, reflexiona y realiza un análisis comparativo para generar nuevos conocimientos desde su realidad.

2do. MOMENTO (CONCRECIÓN EDUCATIVA). Durante el periodo de concreción de la y el participante deberá poner en práctica con sus estudiantes o en su comunidad educativa lo trabajado (contenidos) durante las Sesiones Presenciales. Asimismo, en este periodo de la y el participante deberá desarrollar procesos de autoformación a partir de las orientaciones de la tutora o el tutor, de la Guía de Estudio y del Dossier Digital de la Unidad de Formación.

3er. MOMENTO (SESIÓN PRESENCIAL DE EVALUACIÓN). Se trabaja a partir de la socialización de la experiencia vivida de la y el participante (con documentación de respaldo); desde esta presentación de la tutora o el tutor deberá enriquecer y complementar los vacíos y posteriormente evaluar de forma integral la Unidad de Formación.



Objetivo Holístico de la Unidad de Formación

Una vez concluida la sesión presencial (24 horas académicas), el participante deberá construir el objetivo holístico de la presente unidad de formación, tomando en cuenta las cuatro dimensiones.

Orientaciones para la Sesión Presencial



En la presente guía, se desarrollarán diferentes contenidos planteados a partir de diversas actividades, las cuales permitirán alcanzar el objetivo de aprendizaje.

Las y los participantes, considerando que la presente Unidad de Formación **“Simulación y Modelos Matemáticos”**, es de carácter formativo y evaluable, trabajarán en las diferentes actividades teóricas/prácticas programadas para el desarrollo de las unidades temáticas.

Al inicio encontrarás una actividad titulada “Partiendo desde el Contacto con la Realidad y la Experiencia”, cuyo objetivo es que exterioricen sus saberes y conocimientos a partir de la experimentación y realidad socio-educativa.

Durante el proceso de desarrollo de la guía, deben remitirse constantemente, desde el principio hasta el final, al material bibliográfico (dossier) que se les ha proporcionado, puesto que ayudará a tener una visión más amplia y clara de lo que se trabajará.

En las sesiones presenciales debe tomarse en cuenta dos aspectos:

1. **La organización del Aula:** para comenzar el desarrollo del proceso formativo es fundamental considerar la organización del ambiente, de manera que sea un espacio propicio y adecuado para el avance de las actividades planteadas.

También es importante tomar en cuenta el tipo de actividad o actividades que se realizarán durante la sesión, por ejemplo, conformación de equipos, organizar a los participantes en semicírculo, etc., también poner en consideración los lugares que serán objeto de investigación.

2. **Las actividades formativas, considerando la profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico.** Las actividades correspondientes a la Unidad de Formación “Simulación y Modelos Matemáticos”, que a lo largo de los contenidos se irán desarrollando de acuerdo a las consignas en cada una de ellas.



Materiales Educativos

Los materiales y recursos en el área de matemática tienen gran importancia en su proceso formativo, como aquellos que están el entorno y en contacto directo con la realidad, ya que estos deben favorecer el desarrollo del pensamiento lógico matemático, manteniendo así una mente abierta a nuevos conocimientos.

Descripción del Material/recurso educativo	Producción de conocimientos
Material de Escritorio (hojas blancas y de color, tijeras, pegamento, lápices negro y de colores, borrador, marcadores)	Permiten del desarrollo de la creatividad en la elaboración creativa de los mapas y/o esquemas mentales, sinópticos, etc.
Instrumentos Geométricos (reglas)	Ayuda en la representación gráfica de los sistemas de inequaciones o ecuaciones en la optimización de modelos.
Libros, artículos y páginas web.	Orienta en el aprendizaje de la interpretación de diferentes documentos bibliográficos en la comprensión y análisis de los contenidos, y el contacto directo con las diferentes opiniones de autores.
Cuaderno de notas y apuntes.	Mejora la capacidad de síntesis de los saberes y conocimientos que se adquiere durante el desarrollo de los temas, contenidos y actividades.
Audiovisuales.	Facilitan una mayor y más rápida comprensión e interpretación de las ideas sobre simulación, modelos matemáticos, modelos y sus aplicaciones en la vida. Partiendo de demostraciones, ejemplos y exposiciones dinámicas, ampliando la visualización y desarrollando la capacidad imaginativa.
Computadoras	Promueven el uso y aplicación de las Tic's, la investigación y autoformación en matemática.



Partiendo desde nuestra Experiencia y el Contacto con la Realidad.

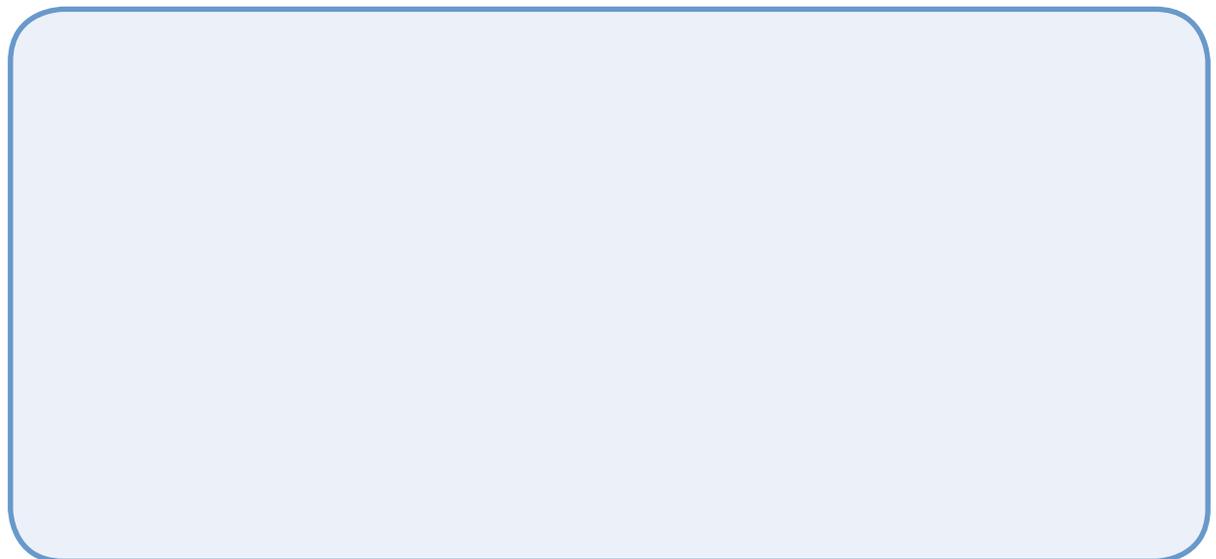


En el siglo XXI, la ciencia ha avanzado a pasos agigantados, por lo que a partir de la implementación de la Ley Avelino Siñani - Elizardo Pérez, en la educación de nuestro país se ha tratado de motivar el acercamiento de las y los estudiantes en lo que se refiere a tecnología, al proveerles de condiciones para que puedan tener la oportunidad de incursionar en el avance tecnológico.

Al ser la matemática un lenguaje “universal”, ayudan en la mejora y avance de la ciencia y la tecnología, para ello la Simulación y Modelos Matemáticos, ha creado diversos mecanismos matemáticos, informáticos y otros, los cuales permiten acceder a procesos avanzados de la ciencia.

En ese sentido, analizamos las condiciones tecnológicas de nuestras culturas andinas y respondemos a la siguiente pregunta:

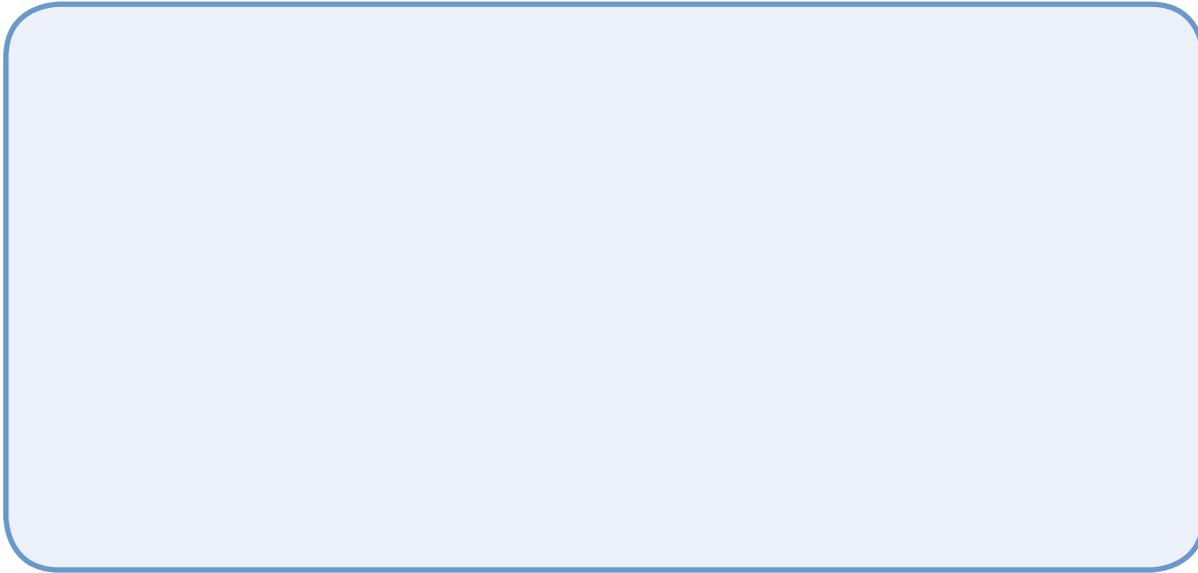
¿Qué procesos tecnológicos crearon las civilizaciones andinas más antiguas del Abya Yala?



Ahora observemos el video: ***“Caral sorprende por avanzado conocimientos en ingeniería hidráulica, civil, estructural y agrícola”*** (01:00 – 03:12 min.), el video nos muestra como Caral,

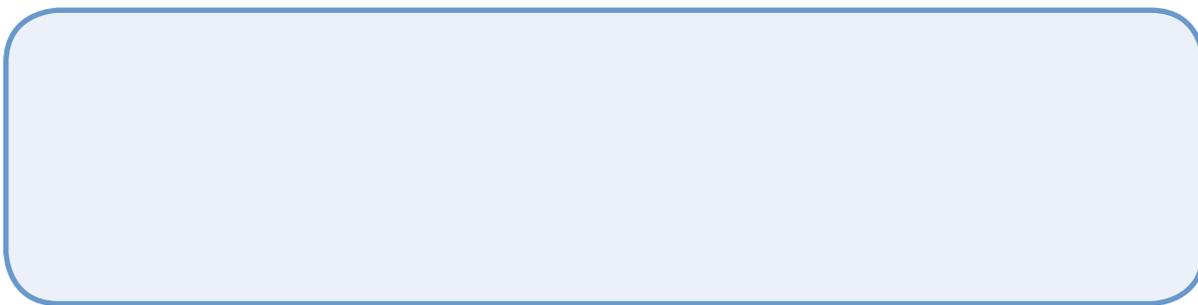


la cuna de civilización Andina, hace 5000 años atrás, ya tenía conocimientos tecnológicos avanzados. Analicemos el video, y en el siguiente espacio, describe las características tecnológicas de esta cultura.

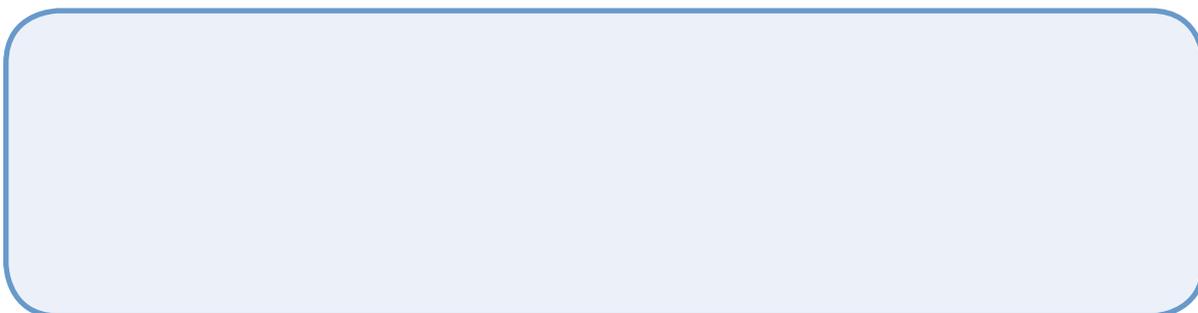


Nos adentramos en el mundo de la simulación observando y analizando el video: ***“5 hechos que a poyan que el Universo es una Simulación Virtual”*** (01:00 – 07:28 min.) Interesante título, ¿verdad? Luego de observar el video, responde a las siguientes preguntas:

Interpretando lo que se mencionó en el video ¿Qué entendemos por simulación? Demos algunos ejemplos.



¿Cómo crees que son posibles los eventos de simulación?



¿A qué se refiere el video cuando dice que en un programa pueden existir fallas o errores?

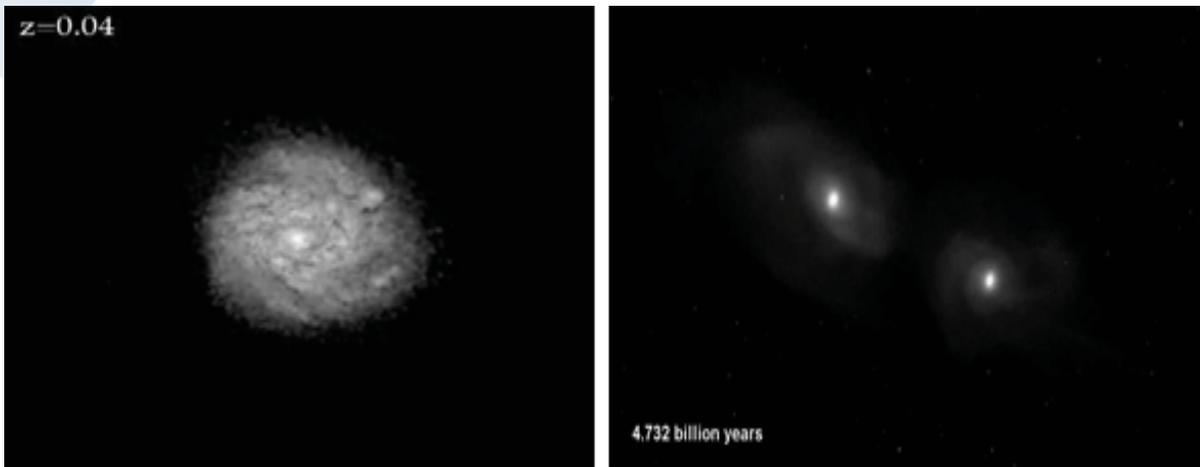
¿Qué situaciones, objetos o eventos de nuestra vida real, pueden ser traducidos a lenguaje matemático y/o binario?

Tomando en cuenta los videos analizados, ¿Crees que nuestras culturas andinas ya simulaban acontecimientos reales y que a partir de ello desarrollaron su tecnología? ¿Cómo, por qué y a partir de qué?



Tema 1

Introducción a la Simulación



¿Sabías qué?

“Para hacer esta recreación los científicos acudieron a la ayuda de cientos de computadoras conectadas entre sí.

Pasaron miles de millones de años antes de que la Vía Láctea se convirtiera en lo que es hoy: una estructura amplia y compleja. El proceso de creación de nuestra galaxia fue largo y complicado, y los astrónomos lucharon para entenderlo durante años.

A pesar de esto, hoy con el avance de la tecnología podemos verlo en unos minutos, gracias a la simulación más detallada hasta la fecha de la formación de la Vía Láctea creada por el Instituto de Tecnología de California, y que ha sido publicada en su página web.

La simulación responde a una pregunta que los astrónomos trataron de resolver durante décadas. Las teorías existentes presuponían que un gran número de pequeñas galaxias debiera circundar a la Vía Láctea, pero solo el 30% de estos objetos celestiales resultaban visibles.

Gracias a la simulación hecha por cientos de computadoras conectadas que funcionaban todas al mismo tiempo durante largas horas, los científicos han logrado descubrir que la cantidad de galaxias circundantes es menor de lo que suponían anteriormente...”

Fuente: <http://eju.tv/2016/09/asi-nacio-la-via-lactea-nueva-simulacion-digital-resuelve-uno-de-los-misterios-de-nuestra-galaxia/>

A diario nos topamos con diferentes situaciones de simulación, en series de televisión, videos musicales, películas, etc. La simulación dentro de los avances tecnológicos, se refiere a todos los procedimientos que se deben seguir a partir de un sistema, desde un modelo que permite la recreación del evento que se quiere simular.

Los modelos matemáticos son aplicables a la astronomía, aeronáutica, simulación de tráfico, macro y microeconomía, simuladores de juegos, de aviación o navegación entre muchas otras aplicaciones en la vida. Permite a la maestra o maestro profundizar sus conocimientos dentro de las ciencias aplicadas al construir procesos que ayuden a convertir objetos a lenguaje matemático, a analizar modelos e interpretar el análisis del estudio del objeto.

Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico

1. Conceptos básicos de simulación

A partir del trabajo en la primera actividad, seguramente surge la pregunta ¿Qué es exactamente simulación? Pensemos en niñas y niños que juegan con cajas de cartón simulando que manejan un tren, un avión o un automóvil, y quizá podríamos dar una definición cercana de lo que es simulación, pero no estaríamos hablando de su verdadero significado.

Para conocer una definición formal de simulación y de otros conceptos básicos que intervienen en el, lee (Cao, 2002) ***“Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas”*** (Pág. 1 y 17), donde el autor nos presenta las definiciones básicas de Simulación y además nos habla de las ventajas e inconvenientes de la simulación. Luego de la lectura, en el siguiente espacio elabora un mapa sinóptico de los conceptos básicos de simulación.



Ahora, escribe una breve opinión acerca de las ventajas y desventajas de la simulación.

2. Definición de sistema

Si nos ponemos a pensar y analizar nuestra realidad, podríamos notar que está compuesta de diferentes sistemas, y un ejemplo claro de esto es nuestro propio cuerpo, el cual se compone por un conjunto de subsistemas donde cada uno de ellos cumple una función determinada, otro ejemplo claro serían los sistemas creados por el hombre, como las organizaciones sociales que también son parte de un sistema más grande aun como lo es la misma sociedad.

En el siguiente cuadro, a partir de lo anteriormente explicado, realice la definición de “Sistema” y menciona otros ejemplos.



Ahora analiza detenidamente todo lo relacionado con sistemas y las clases del mismo que propone el texto (A.A., s. f.) **“Introducción a la Simulación”** (Pág. 3 – 4), luego, determina a qué clase de sistema pertenecen los siguientes eventos, anotando debajo de ellos su pertenencia:



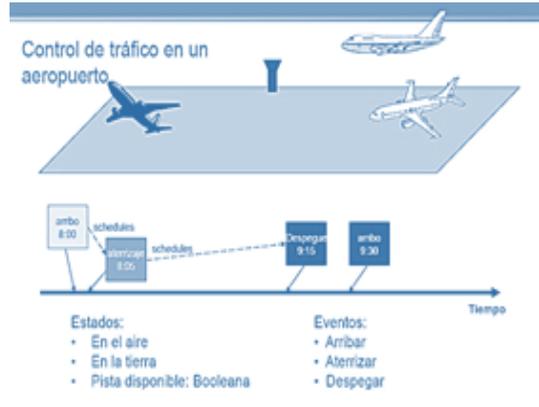
.....



.....



.....



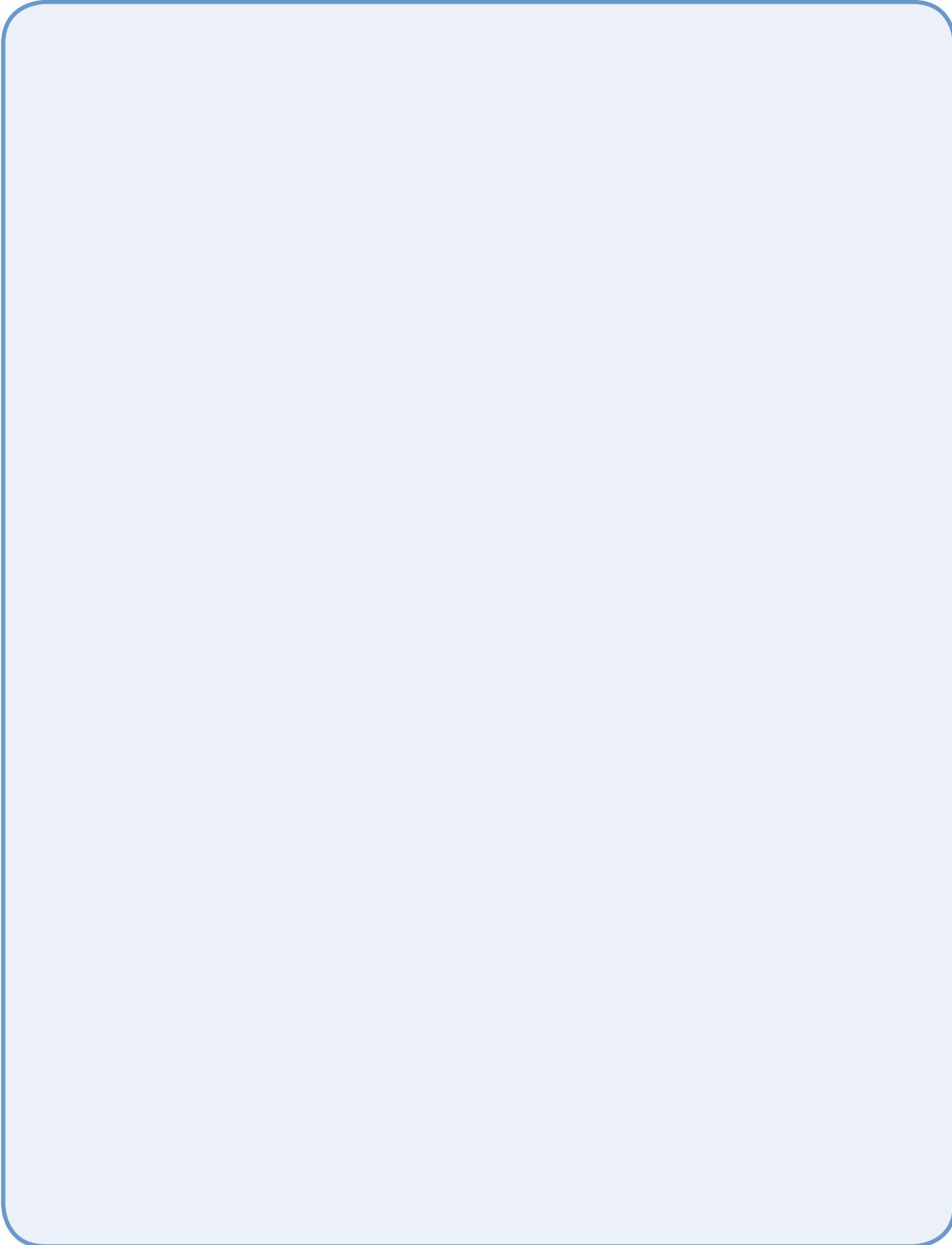
.....

3. Elementos de simulación

La simulación cuenta con elementos que hacen posible su funcionamiento, en el anterior contenido se hablaba de que el cuerpo humano es un sistema, en ese sentido ¿Cuáles serían los elementos que hacen que el cuerpo tenga un buen funcionamiento? Responde en el siguiente espacio:



Para ampliar los saberes y conocimientos sobre los elementos de simulación, analiza el texto (Acuña, s. f.) *“¿Qué es simulación?”* (Pág. 14 - 22), complementando con el video: *“Modelos de simulación para el análisis de un sistema”* (01:00 – 03:42 min.). En el siguiente espacio sistematiza lo asimilado y con situaciones reales o de nuestro contexto, ejemplifica cada elemento.



4. Generación de variables

Las variables son un elemento importante dentro de la formulación de sistemas, por lo desarrollado en el contenido anterior, ya conocemos qué es variable y qué importancia tienen estas para un sistema.

Ahora veamos cómo se generan estas variables, pero de forma aleatoria. Y ¿qué son estas variables aleatorias? ¿Qué utilidad tiene la generación de estas variables?

En la Unidad de Formación Estadística Inferencial ya vimos ejemplos de variables, pero para refrescar la memoria observemos el video: “**Variables aleatorias discretas y continuas**” (01:00 – 02:42 min.).

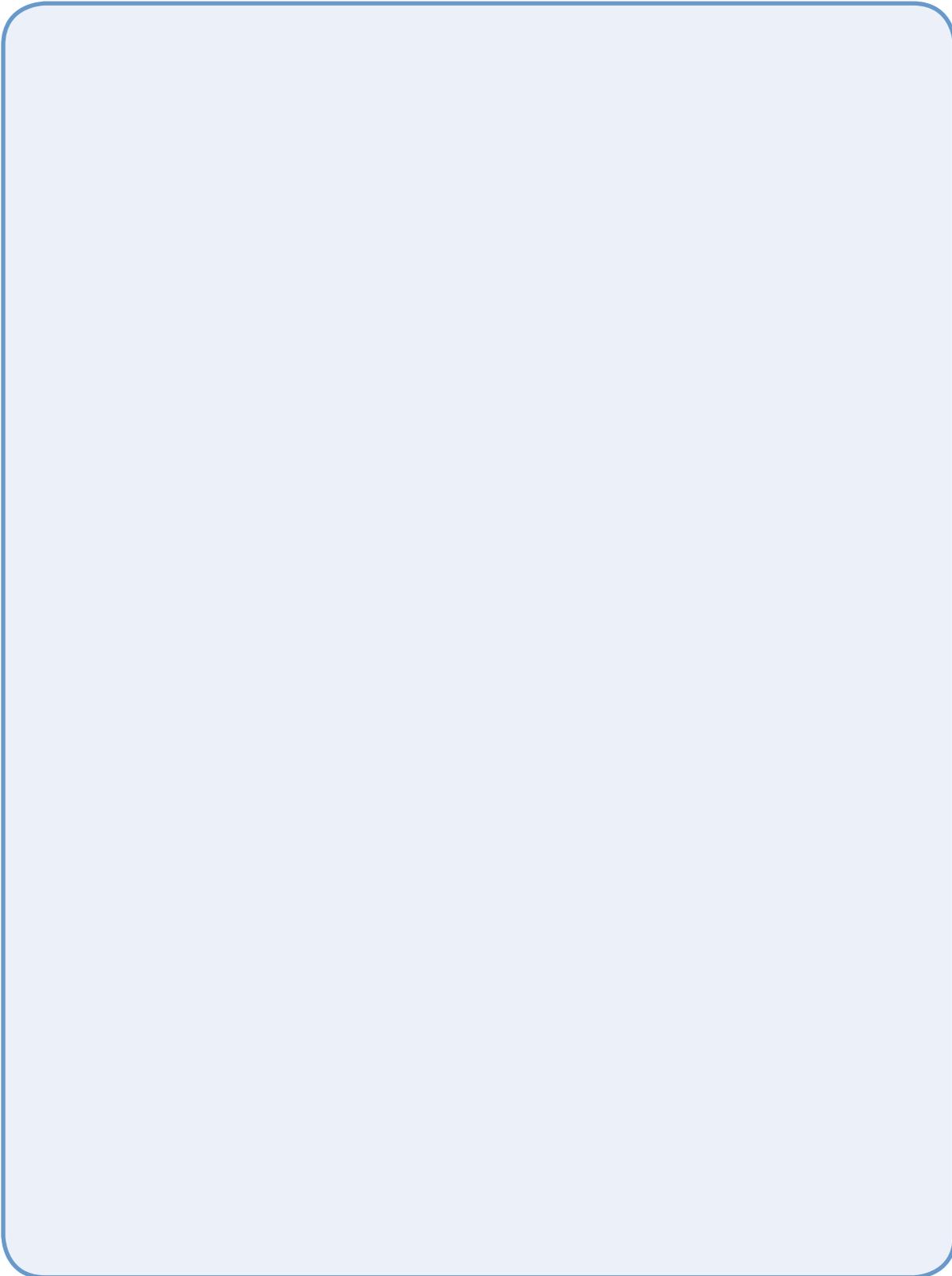
Los posibles valores de una variable aleatoria, representan los posibles resultados de un experimento que todavía no se ha realizado, los valores de una cantidad de valor incierto. En general podríamos decir que una variable aleatoria es una cantidad donde su valor nos es fijo pero que puede tomar cualquier valor.

Analiza e interpreta la siguiente situación: “En el caso de existir una epidemia de cualquier enfermedad, existe la posibilidad de que una persona llegue a contagiarse o también no, por lo que ambas posibilidades son inciertas”. A continuación responde a la siguiente pregunta:

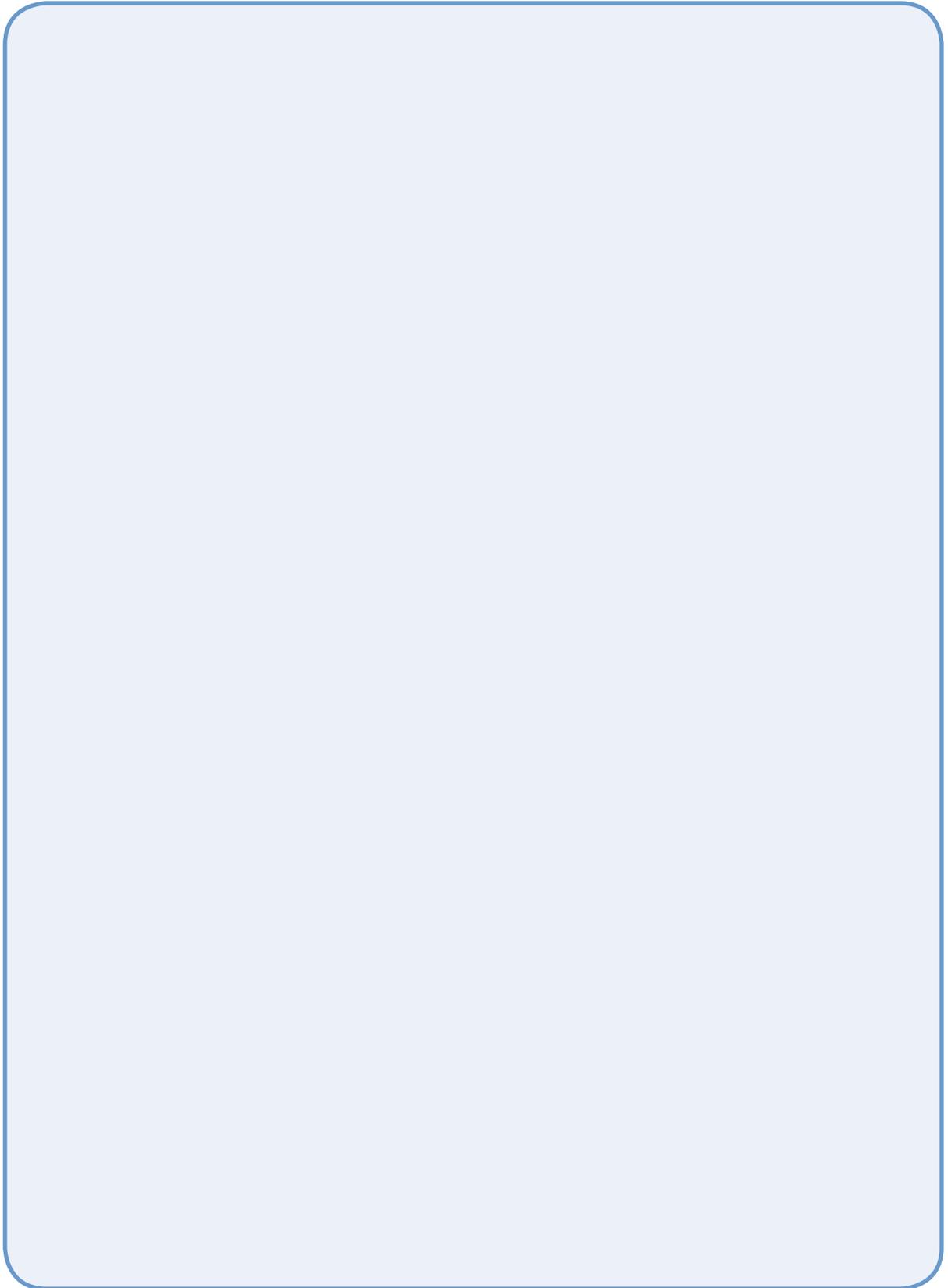
¿Las variables aleatorias pueden definirse como un valor numérico afectado por el azar? ¿Por qué?



Existen diversos métodos que generan variables aleatorias, para conocer más sobre ello analiza el texto de (Carolina, 2011) "**Generación de Variables aleatorias**" (Pág. 1 – 3), luego, en el siguientes cuadro interpreta cada método analizado:



En equipos de trabajo comunitario y con ayuda de la/el tutor, resuelve un problema sobre variables aleatorias.



5. Etapas para realizar un estudio de simulación: formulación del problema, colección de datos, formulación del modelo, verificación, validación del sistema, interpretación, documentación

Para realizar un estudio de simulación, es importante considerar diferentes etapas, las cuales tienen una tarea específica dentro de la simulación. Analiza el documento (A.A., 2016) *“Simulación”* (Pág. 2 - 3), donde se da una explicación muy clara y precisa de las etapas en un estudio de simulación.

Ahora, en equipo comunitario realiza un estudio de simulación, describiendo claramente cada etapa, a partir de lo que indica la siguiente tabla:

TÍTULO DE LA SIMULACIÓN:	
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	
FORMULACIÓN DEL MODELO	
COLECCIÓN DE DATOS	
VERIFICACIÓN	
VALIDACIÓN DEL SISTEMA	
INTERPRETACIÓN	
DOCUMENTACIÓN	



Tema 2

Modelos de Simulación

“Lo interesante de la computación en nube es que hemos redefinido la computación en nube para incluir todo lo que ya hacemos”

Richard Stallman

Después de haber desarrollado el primer tema, ¿En qué te hace pensar esta frase de Stallman?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Un modelo de simulación puede definirse como una representación abstracta, pero también, como una representación análoga, fenomenológica o idealizada.

El modelo es la representación de un objeto que puede ser real o ficticio. Lo que se busca mejorar con el modelado es el conocimiento y la comprensión de un fenómeno o proceso, lo que involucra el estudio de la interacción entre las partes de un sistema y el sistema como un todo.

Los modelos de simulación son métodos que son utilizados dentro de la simulación, por lo que este es aplicable en todo lo mencionado en el tema anterior, ya que los modelos sirven para precisar y dar dinamismo a la simulación.

El desarrollo de estos contenidos, logra que la o el maestro evalúe estrategias en la construcción de modelos que serán o no posibles de simular, por lo que también experimentará la representación de la realidad en forma abstracta.

Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico

1. Modelo teórico, conceptual y sistémico

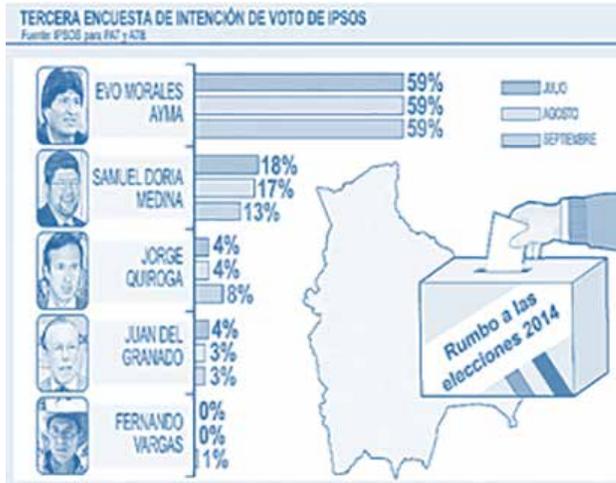
Iniciamos el desarrollo de los tres modelos de simulación: teórico, conceptual y sistémico, analizando tres situaciones diferentes que suceden en nuestro contexto o en la realidad en general, comencemos:

- a. En Estadística Descriptiva, vimos cómo se puede hacer tabulaciones haciendo uso de Excel, recuerda y completa la siguiente tabla, donde los datos se refieren a una sucursal de banco que cambia una cantidad de cheques cada día, y el comportamiento en un mes lo define el resultado de la tabla que se encuentra a continuación:

Cheques canjeados por día (miles)	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Media
1 – 500				
501 – 1000				
1001 – 1500				
1501 – 2000				
2001 - 2500				

Para completar los datos de la tabla, seguro que hiciste uso de Excel, entonces responde a la siguiente pregunta: ¿Cuál como se fueron generando los resultados de la tabla?





b) Ahora recordemos que las encuestas en nuestro Estado Plurinacional son constantes en época de elecciones, en tal sentido ¿Para qué sirven estas encuestas o qué sentido tiene hacerlas? Observa la imagen y responde.

c) En los centros espaciales, suelen realizar simulaciones que permiten replicar de la manera más real posible los vuelos al espacio exterior. Estas simulaciones permiten que los astronautas puedan especializarse en vuelo espacial como en el despegue y aterrizaje, también permiten mejorar el diseño de las naves y el manejo de desastres espaciales.



¿Qué procesos crees que conlleva realizar este tipo de simulaciones?



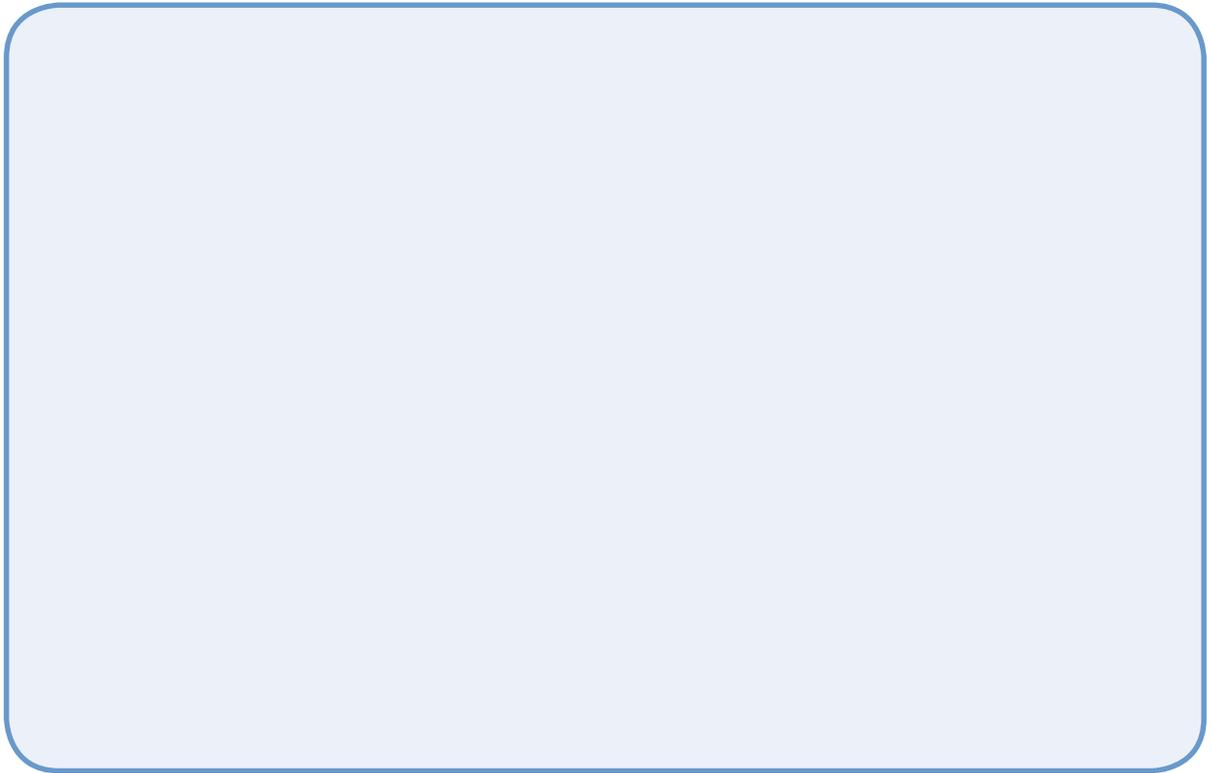
Ahora lee y analiza el texto (A.A., 2016) **“Simulación”** (Pág. 3), aquí podremos ver de manera clara y precisa las definiciones de los modelos teórico, conceptual y sistémico. Luego del análisis, en el siguiente espacio indica cuál de los casos anteriores pertenecen a los modelos ya mencionados y justifica el por qué.

2. Simulación por computadora

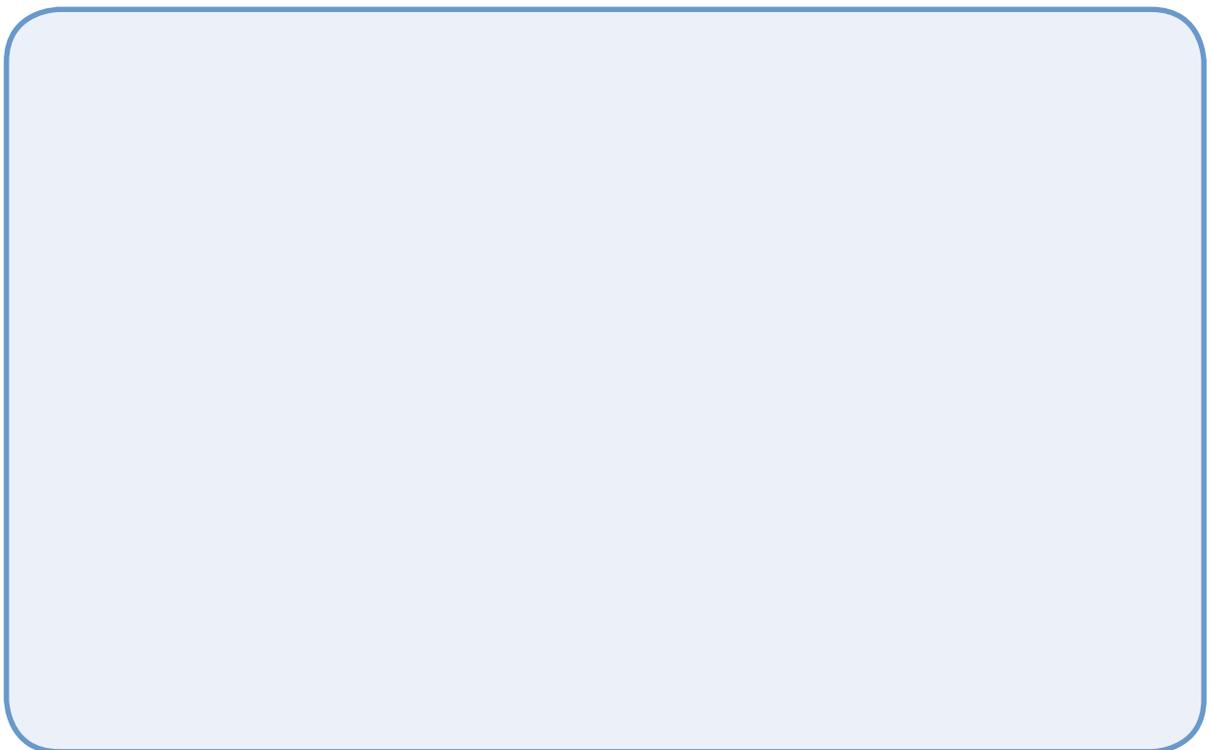
Seguramente alguna vez pudiste ver recreaciones de situaciones de la vida, pero hechas en un ordenador, es decir, en una computadora.

Existen programas o softwares de computadora que permiten hacer simulaciones desde las más sencillas a las más complejas, en el caso de un software de fácil uso tenemos el GeoGebra y ello lo demuestra el video: **“Auto en movimiento con geogebra”** (01:00 – 12:07 min.), observa este video e imagina que otras simulaciones se pueden hacer con ayuda de este software, anota tus propuestas en el siguiente espacio:

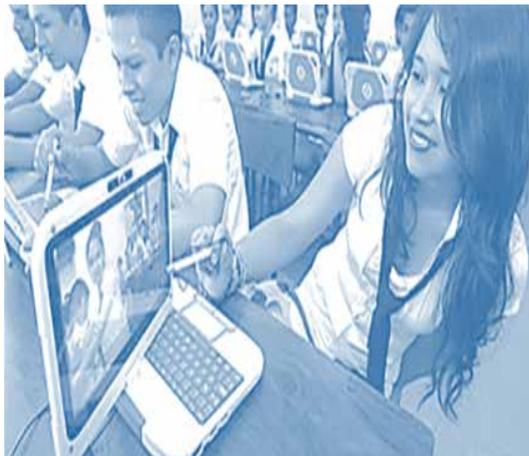




A partir de lo observado en el video, ¿cómo interpretas lo que es una simulación por computadora? Complementa tu respuesta analizando el texto (A.A., 2016) *“Simulación”* (Pág. 4), tomando en cuenta que esta clase de simulación se realiza a partir de un sistema informático o una red de computadoras.



3. Simulación en la educación



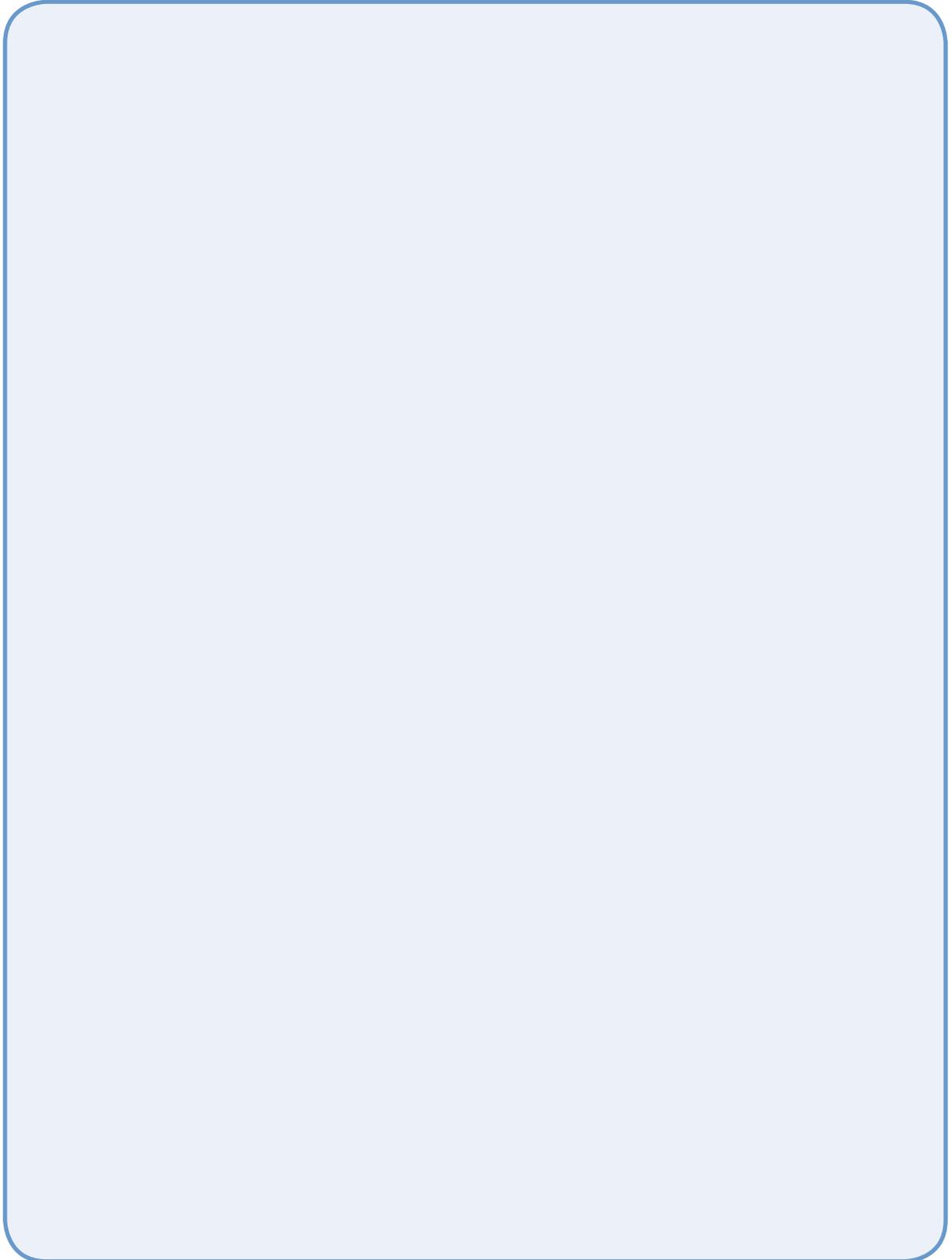
En nuestro país se ha ido innovando en el uso de la tecnología en la educación, un ejemplo claro es la dotación de las computadoras “*Quipus*” a las y los estudiantes de sexto año de Educación Secundaria.

En otros países, existen estrategias de simulación para el aprendizaje en la medicina, ingeniería, biología, agricultura, etc. Entonces ¿de qué manera crees que es posible hacer innovaciones en diferentes ámbitos educativos en nuestro país? ¿A partir de qué medios o recursos puede ser posible esto? Analiza y responde en el siguiente espacio:

A large, empty, rounded rectangular box intended for the student to write their response to the questions.

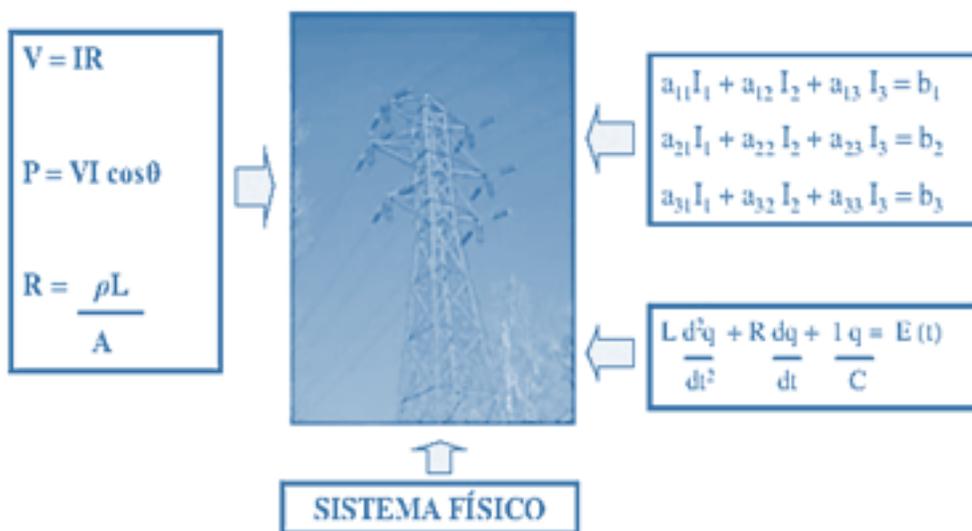


Ahora veamos cómo funciona esta clase de simulación, para ello analiza el video: **“Simulación en educación”** (01:00 – 05:00 min). Luego, en el siguiente espacio, realiza un mapa mental de la “Simulación en la Educación”, considerando su definición, su utilidad, aplicabilidad y ejemplos.



Tema 3

Modelos Matemáticos



Al observar la imagen ¿Qué es lo primero que piensas? Socializa con los miembros de la sesión y anota las conclusiones a las que llegaron.

Un modelo matemático puede traducirse como la representación abstracta de una situación real, es decir que estas situaciones se transforman en símbolos matemáticos, involucrando variables de datos desconocidos, también pueden ser representados de manera gráfica.

Los modelos matemáticos son aplicables a la astronomía, aeronáutica, simulación de tráfico, macro y microeconomía, simuladores de juegos, de aviación o navegación entre muchas otras aplicaciones en la vida.

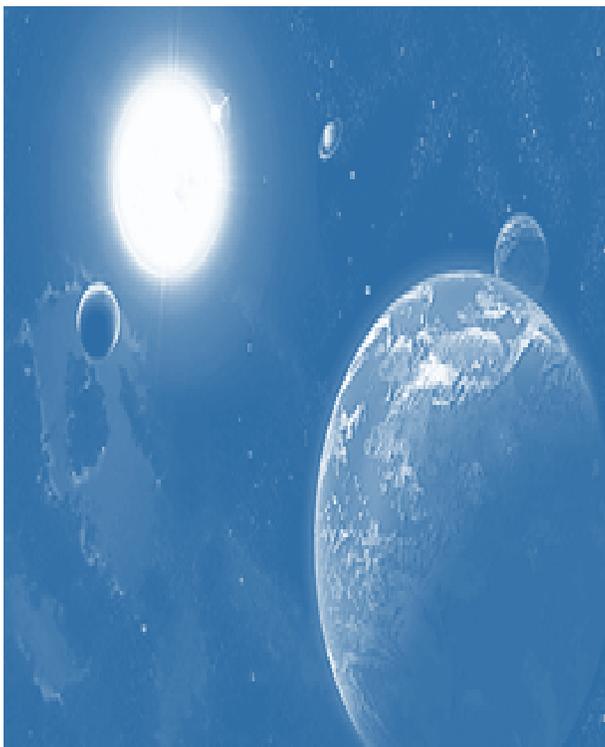
Permite a la o el maestro profundizar sus conocimientos dentro de las ciencias aplicadas al construir procesos que permitan convertir objetos a lenguaje matemático, a analizar modelos e interpretar el análisis del estudio del objeto.

Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico

1. Concepto de modelo matemático

Alguna vez te has preguntado ¿Qué es un modelo matemático?, pues bien, veamos en que consiste este tipo de modelo observando el video: **“Modelos matemáticos” (01:00 – 02:13 min.)** y **“Modelos matemáticos, en las 5 de la Ciencia” (01:00 – 05:15 min.)**, en ambos materiales audiovisuales se explica la aplicabilidad y la definición de los Modelos Matemáticos.

Observa las siguientes imágenes, y a partir de todo lo anterior, explica por qué es posible que cada situación puede traducirse a un “modelo matemático”.





A large, empty rounded rectangular box for notes.



A large, empty rounded rectangular box for notes.

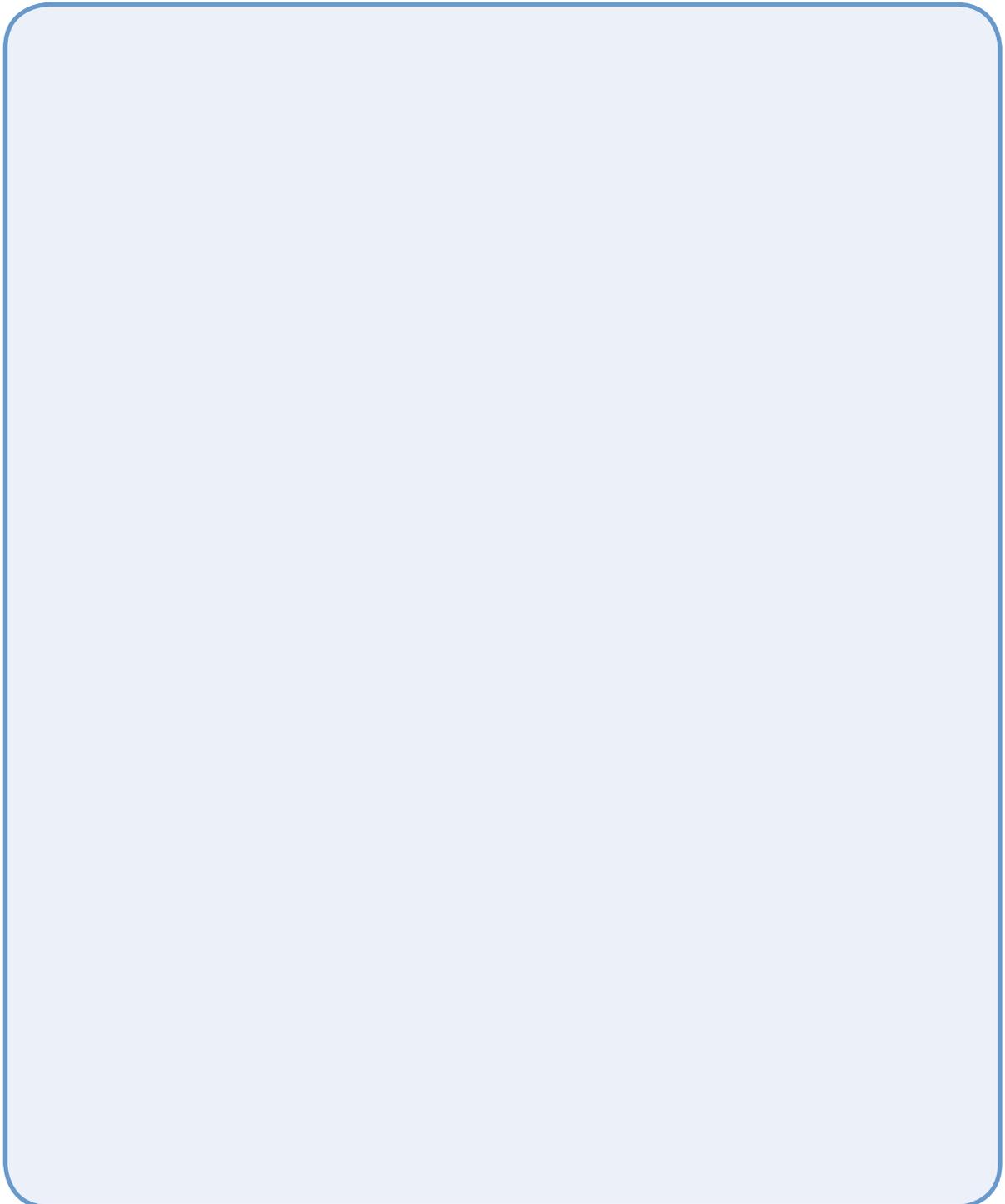
Ahora, en el siguiente espacio, con tus propias palabras define “modelo matemático”.

A large, empty rounded rectangular box for defining the term.



2. Clasificación de modelos

Para conocer la clasificación de los modelos matemáticos analiza el texto (Anónimo, 2016) "**Modelo Matemático**" (Pág. 1 - 4), recuerda que una clasificación se considera como una lista ordenada de diferentes cosas; luego pon a prueba tu creatividad y en el siguiente espacio, elabora un mapa mental sobre la clasificación de los "modelos matemáticos", tomado en cuenta ejemplos de nuestro contexto.



3. Modelos matemáticos en los fenómenos sociales

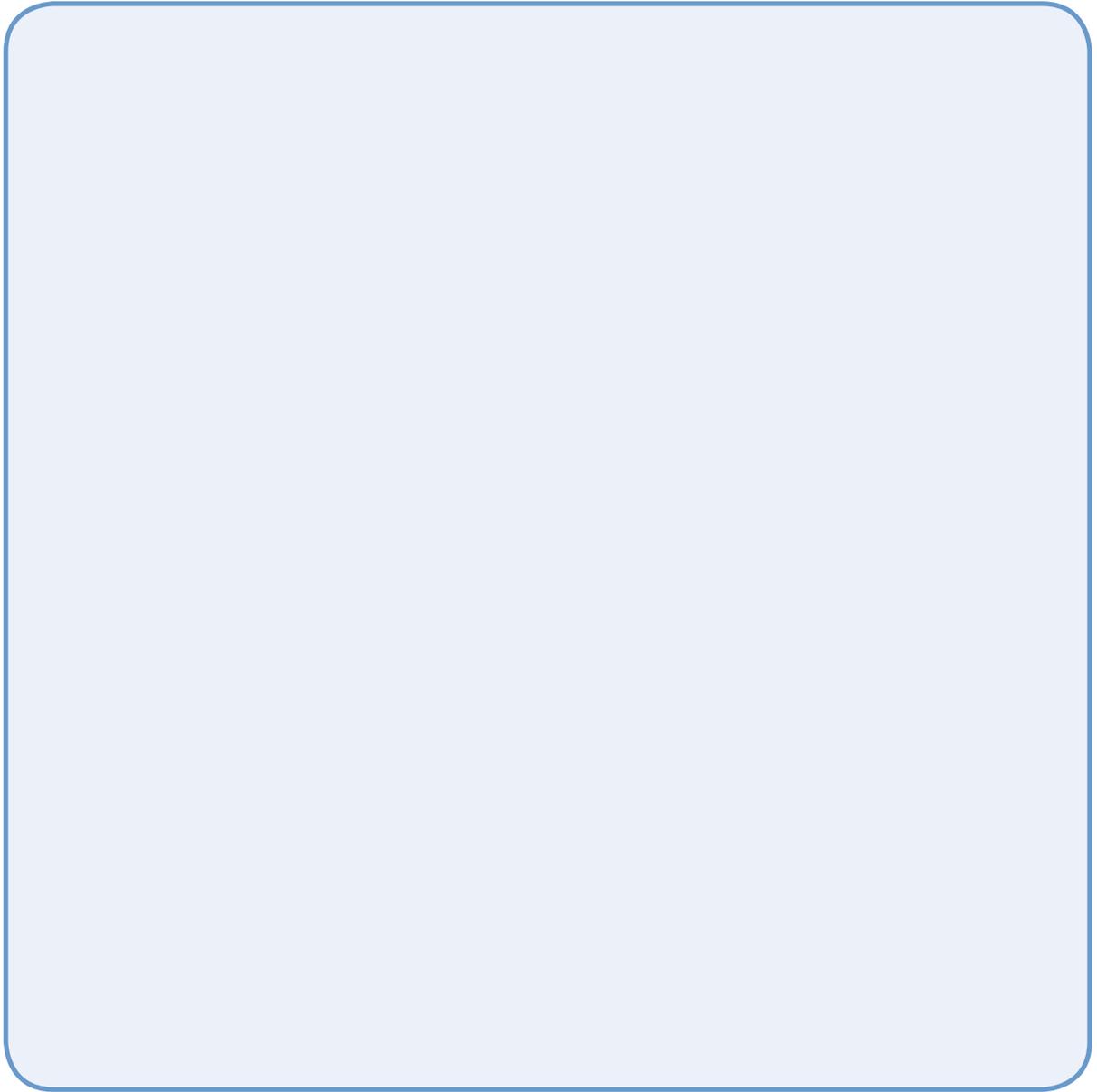
Como vimos al inicio del tema, los modelos matemáticos tienen gran aplicabilidad en diferentes campos, áreas y ciencias de la vida. Los modelos matemáticos cumplen una determinada función de acuerdo al objetivo que se desee lograr. Un ejemplo claro de un modelo matemático referido a los fenómenos sociales, nos muestra el artículo (Fundación Polar, s. f.) **“Modelos Matemáticos”** (Pág. 131 - 134), en el cual se habla sobre el crecimiento poblacional y los modelos creados para su análisis.

Luego de la lectura, completa la siguiente tabla en referencia al artículo leído:

ELEMENTOS MATEMÁTICOS QUE SE UTILIZARON EN EL MODELO	UTILIDAD DEL MODELO PARA LA VIDA	PROCESOS DE DESARROLLO DEL MODELO
CONCLUSIONES		



¿Para qué otros fenómenos sociales puede ser de utilidad los modelos matemáticos? Justifica tu respuesta con diferentes ejemplos relacionados a nuestra vida cotidiana.



4. Modelos matemáticos en los fenómenos naturales

En el audiovisual “Modelos matemáticos, en las 5 de la Ciencia” , pudimos ver de qué manera los modelos matemáticos ayudan en el pronóstico de los fenómenos naturales, ahora lee el artículo (Justel, 2008) “**Matemáticas o la naturaleza**” (Pág. 1 – 2), en donde podrás interiorizarte sobre la aplicación de los modelos matemáticos en los fenómenos naturales.

El artículo hace un análisis sobre cómo los modelos matemáticos están revolucionando el pronóstico de los cambios climáticos.



En el siguiente espacio expresa una opinión analítica personal, sobre los modelos matemáticos en los fenómenos naturales, considera aspectos relacionados con los avances tecnológicos y de prevención que existe en nuestro país, en relación a los fenómenos naturales.

5. Optimización

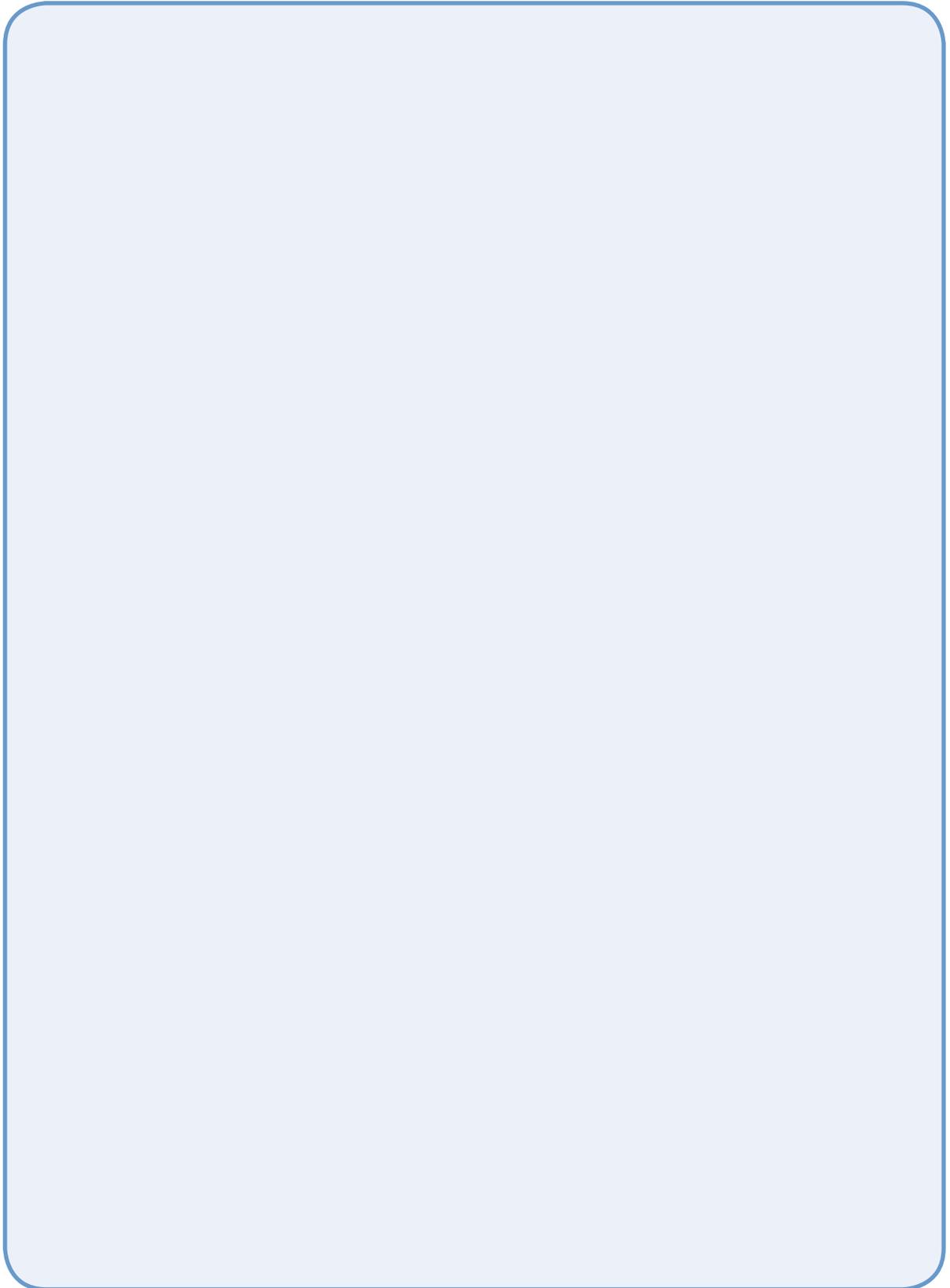
A partir de tus propios conocimientos desarrolla las siguientes actividades:

- ¿Cómo se puede solucionar el siguiente problema de optimización? Analiza el problema:

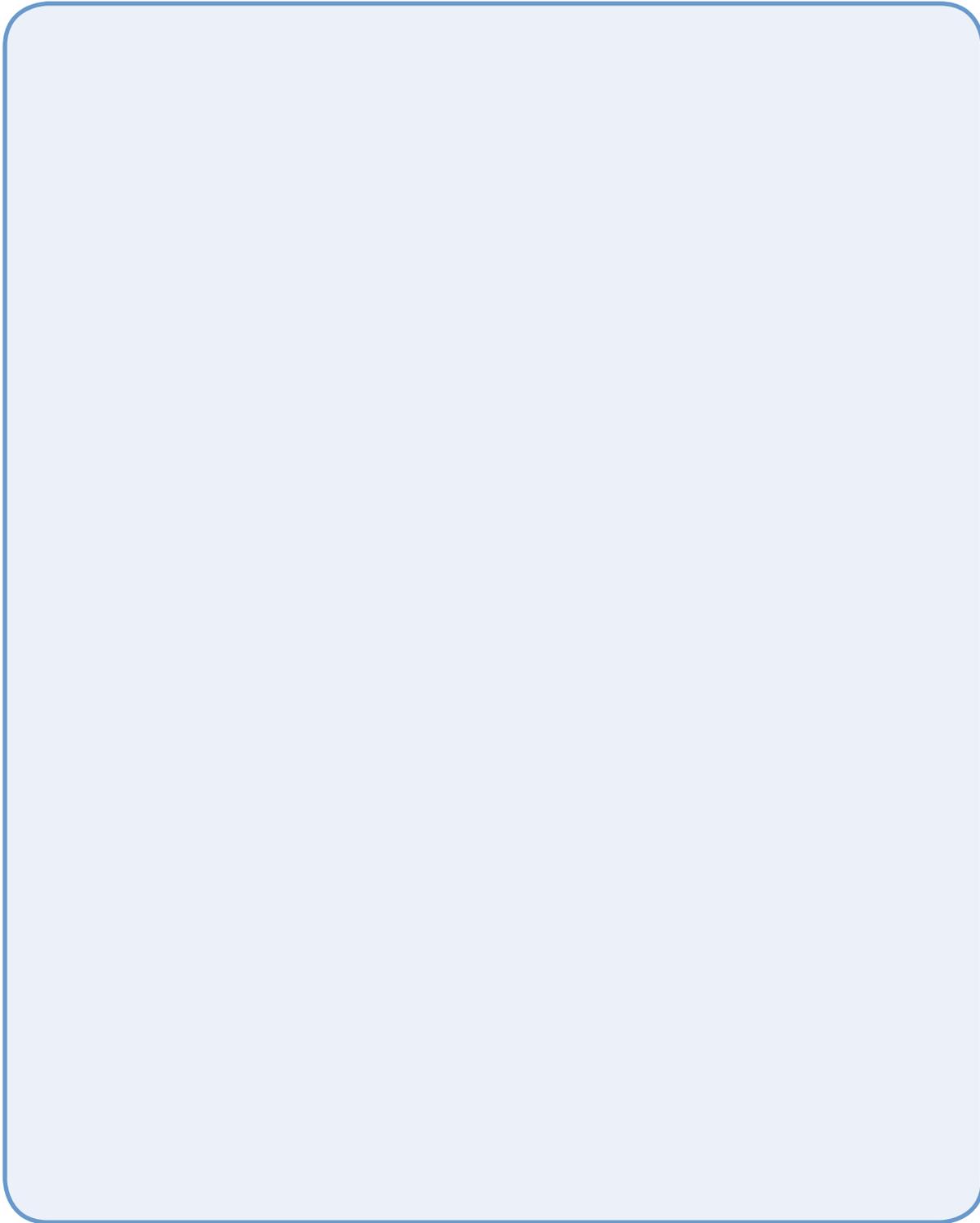
“Con el comienzo del curso se va a lanzar unas ofertas de material escolar. Unos almacenes quieren ofrecer 600 cuadernos, 500 carpetas y 400 bolígrafos para la oferta, empaquetándolo de dos formas distintas; en el primer bloque pondrá 2 cuadernos, 1 carpeta y 2 bolígrafos; en el segundo, pondrán 3 cuadernos, 1 carpeta y 1 bolígrafo. Los precios de cada paquete serán 6.5 y 7 €, respectivamente. ¿Cuántos paquetes le conviene poner de cada tipo para obtener el máximo beneficio?”.



Ahora, en el siguiente cuadro, encuentra la solución al problema haciendo uso de todas las estrategias matemáticas más convenientes.



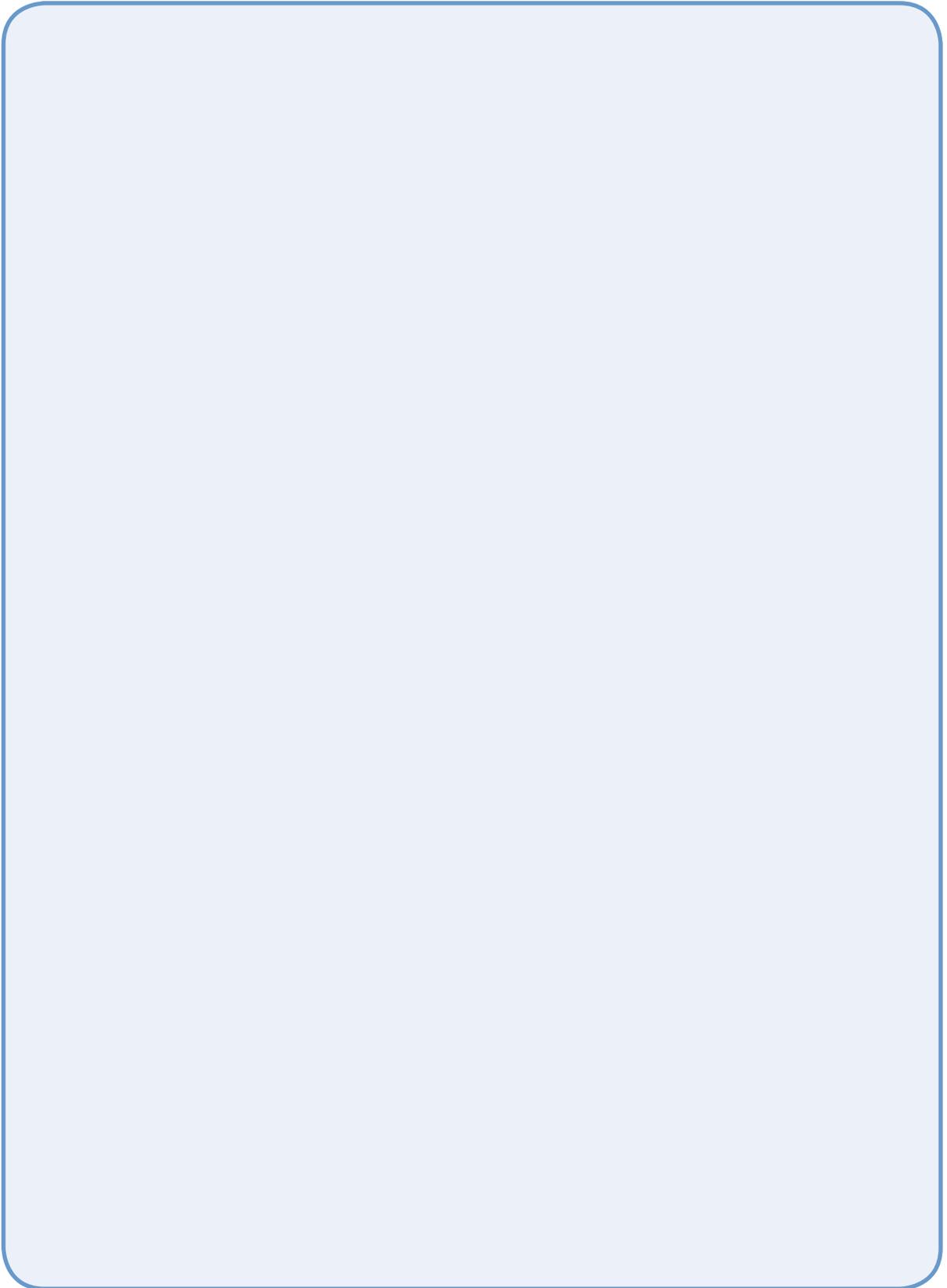
- A partir de lo anterior, ¿Qué entiendes por optimización? Propone otros ejemplos.



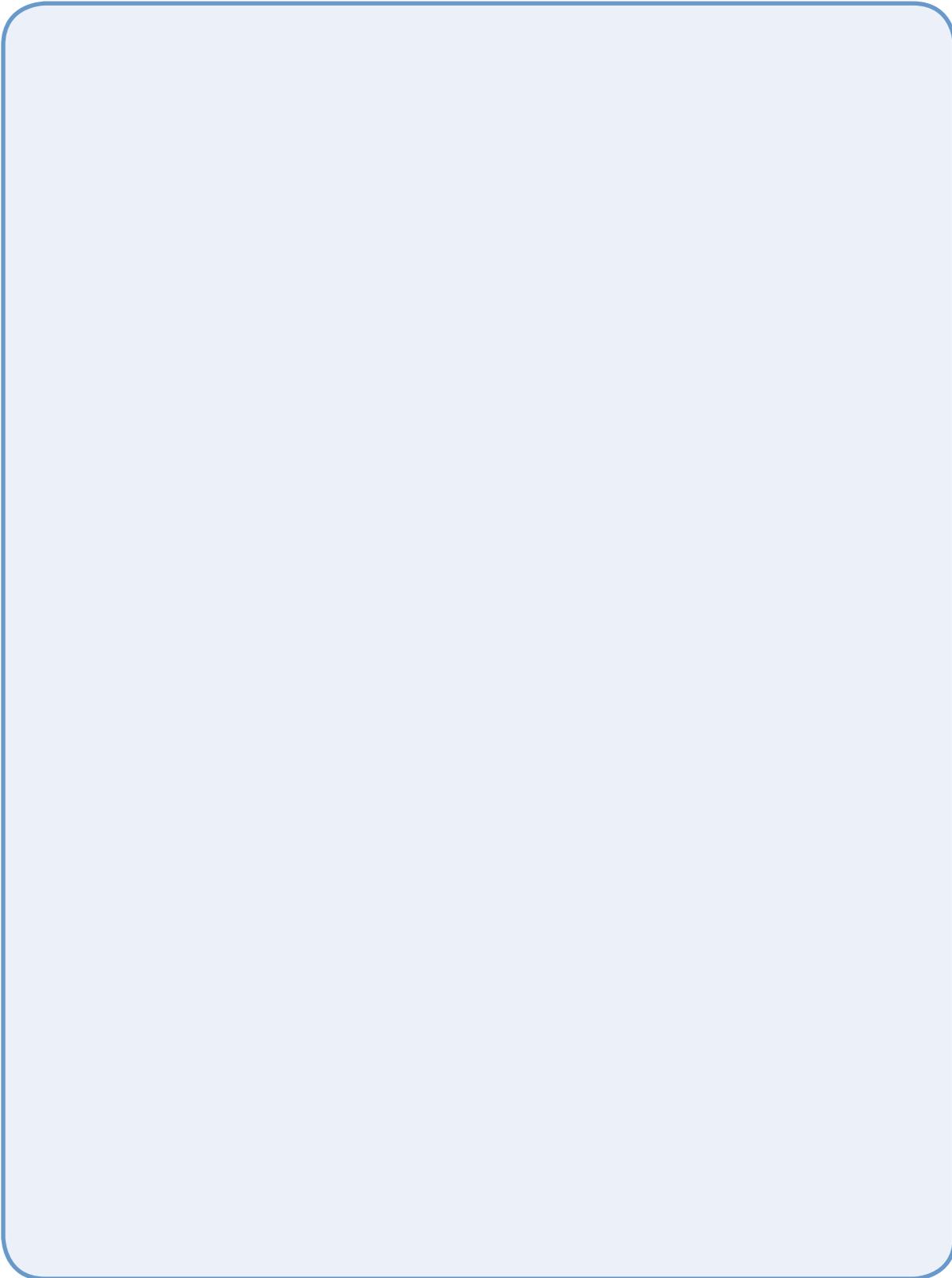
Ahora, profundiza tus saberes y conocimientos sobre optimización analizando las definiciones del texto (Escobar, 2011) *“Introducción a la Optimización matemática”* (Pág. 2 - 13) y el ejemplo de aplicación de (Pág. 24 - 31) y (Pág. 36 -39) del mismo texto, donde podrás analizar paso a paso un problema de optimización.



Ahora explica de manera clara y precisa todo el procedimiento que conlleva una optimización y a partir de ello elabora un mapa conceptual.



Como ya conoces el proceso de optimización, ahora soluciona adecuadamente el problema de la primera actividad, siguiendo todos los procedimientos que corresponde en una optimización, y compara si el resultado es el mismo que obtuviste al utilizar tus propios recursos.



Tema 4

Optimización de Modelos

La optimización de modelos es una función denominada “objetivo” junto a una serie o conjunto de restricciones en forma de un sistema de ecuaciones o inecuaciones. La optimización se utiliza en aquellos casos en los que se precise maximizar o minimizar la denominada función “objetivo”.

La optimización de modelos se aplica en la química, economía, ingeniería, y otras ciencias, donde se precise determinar diferentes aspectos como costos o valores. Crea en la o el maestro capacidades de análisis en la construcción de sistemas de ecuaciones e inecuaciones, para hallar los máximos y mínimos valores, requisitos o condiciones en un modelo de simulación.

Profundización a partir del diálogo con los autores y el apoyo bibliográfico

1. Modelo y modelado

A partir de tus propios conocimientos describe la diferencia entre modelo y modelado.



Ahora observa el video: *“El modelo y lo modelado”* (01:00 – 03:00 min.) e interpreta las definiciones que expone el presentador, complementando con la lectura de (Ramos & Vitoriano, s. f.) *“Modelos de Optimización”* (Pág. 9 – 12); luego, en el siguiente cuadro, ejemplifica tres modelos y sus respectivos modelados.

MODELO		MODELADO	

2. Etapas en el desarrollo de un modelo

El desarrollo de un modelo cuenta con diferentes etapas, las cuales posibilitan la fácil comprensión y resolución de un problema de optimización. Profundiza tus conocimientos, analizando (Ramos & Otros, 2010) *“Modelos Matemáticos de Optimización”* (Pág. 12 – 14), donde explica las seis etapas que tiene el desarrollo de un modelo.

Ahora, a partir de un solo ejemplo de nuestro contexto, representa cada etapa del desarrollo de un modelo de acuerdo a la siguiente tabla:



IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	
ESPECIFICACIÓN MATEMÁTICA Y FORMULACIÓN	
RESOLUCIÓN	
VERIFICACIÓN, VALIDACIÓN Y REFINAMIENTO	
INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
IMPLANTACIÓN, DOCUMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO	



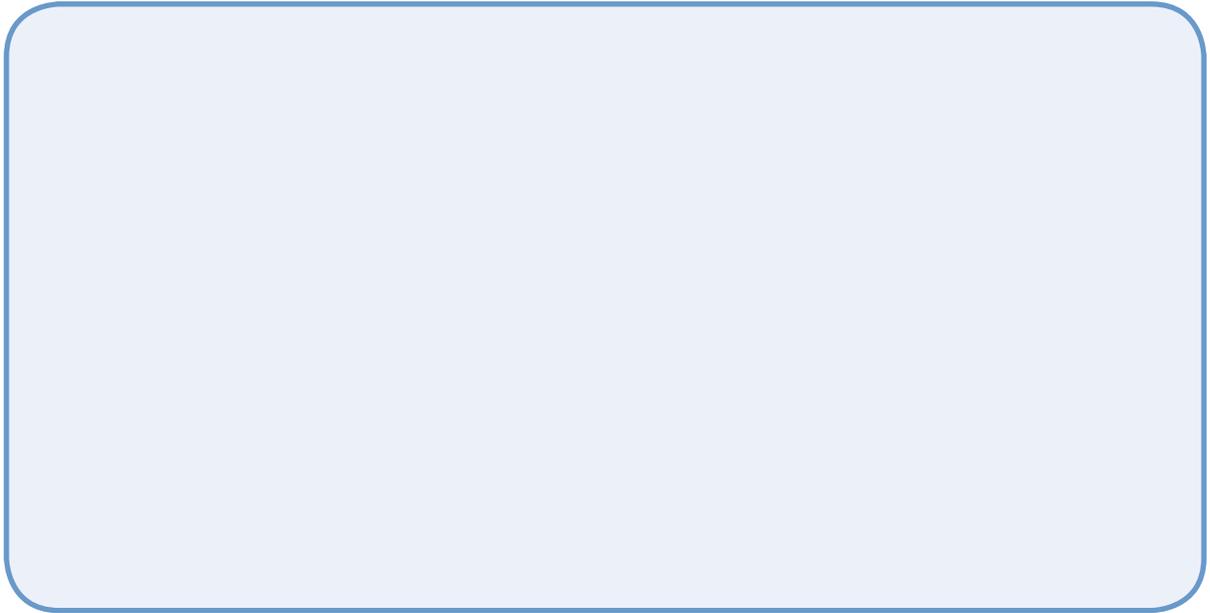
3. Problemas característicos

Analiza uno de los muchos problemas característicos de la optimización en (Ramos & Vitoriano, s. f.) **“Modelos Matemáticos de Optimización”** (Pág. 26 - 29), tomando en cuenta que dentro de esta variedad, existen ejemplos un poco complejos, pero también estos tienen su determinada utilidad para un problema real. A partir de ello, interpreta el problema e identifica qué beneficios se obtendrían al optimización del mismo.

Realiza la interpretación y análisis en el siguiente cuadro:

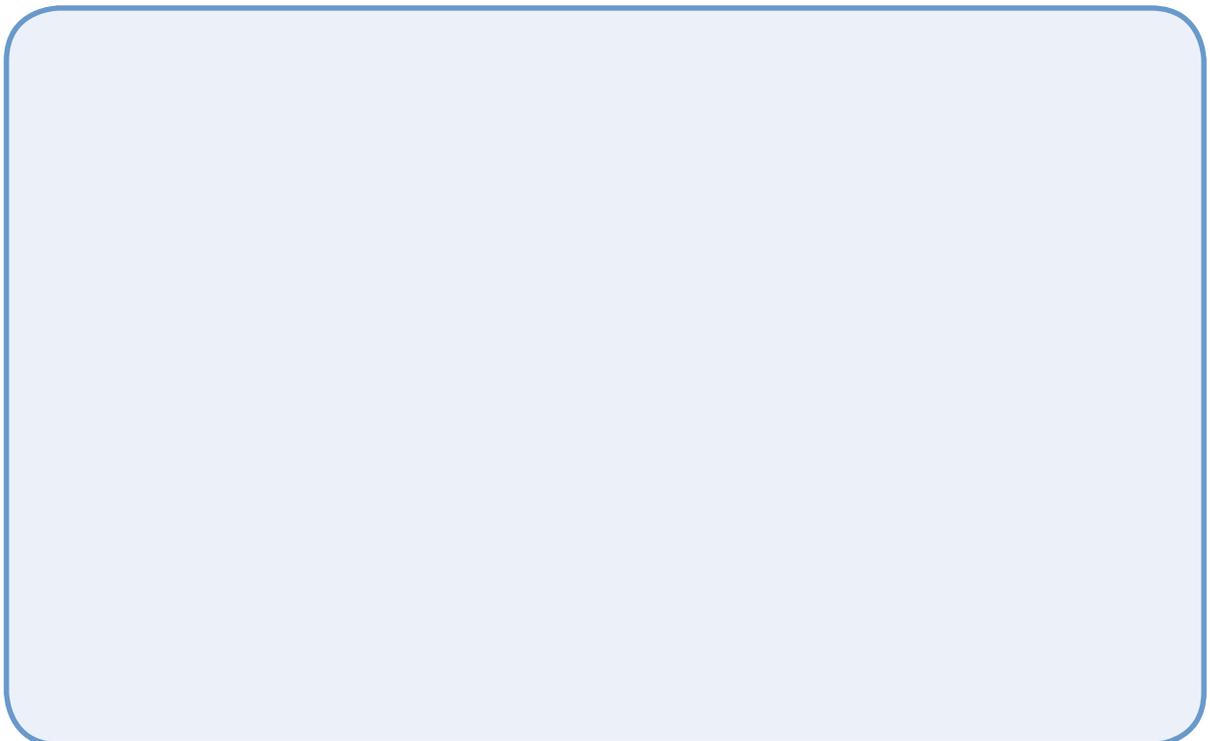


En relación al problema anterior, ¿Cumple con las etapas respectivas del desarrollo de un modelo? ¿Por qué?

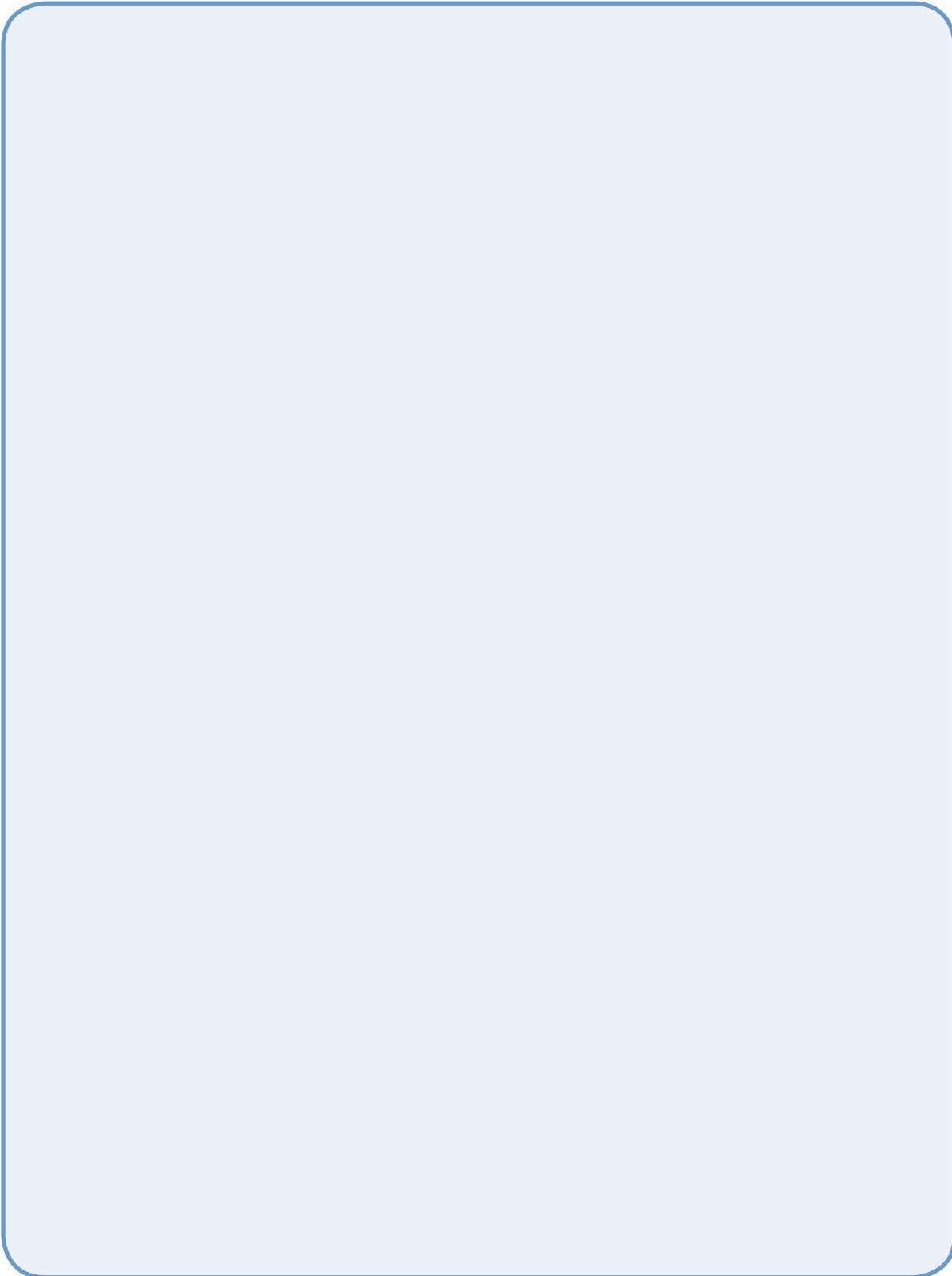


4. Modelado de implicaciones lógicas

Recuerde lo asimilado en la Unidad de Formación **“Algebra, Lenguaje, Pensamiento Concreto y Abstracto”** y en el siguiente espacio, anota algunos ejemplos sobre implicación lógica y disyunción.



Ahora, lee y analiza (Ramos & Vitoriano, s. f.) **“Modelos Matemáticos de Optimización”** (Pág. 54 - 60), donde se podrán ver y analizar diferentes ejemplos relacionado a los modelos matemáticos, luego, propone otros ejemplos, considerando situaciones de nuestro contexto.



Orientaciones para la Sesión de Concreción



Las Concreciones nos muestran la puesta en acción y aplicación de los procesos teóricos/prácticos abordados y aprendidos durante las sesiones presenciales y de auto formación, por lo que debemos enfocar la concreción en el actual modelo educativo, mediante un conjunto de estrategias y/o actividades que demuestren la aplicabilidad de los contenidos en nuestra vida.

En la sesión de concreción se presentan dos momentos, que de igual manera, son importantes para la consolidación de nuestros conocimientos y su debida aplicación:

1. **Autoformación para Profundizar las Lecturas Complementarias:**

En la concreción del proceso de autoformación, debemos tener en cuenta las lecturas recomendadas para profundizar los conocimientos de la Unidad de Formación, de igual manera vemos y analizamos detenidamente los videos y realizamos los ejercicios prácticos que deben ser resueltos a la brevedad posible. Es recomendable acudir a las lecturas de profundización que se propone en anexos.

2. **Trabajo con las y los estudiantes para articular con el desarrollo curricular y relacionarse e involucrarse con el contexto:**

Debe hacerse la aplicación de los contenidos de la Unidad de Formación, de acuerdo a las actividades que se propone, por lo que es importante que la concreción se lleve a cabo con las y los estudiantes, pero también con la comunidad y en beneficio de ella.

Se recomienda tomar en cuenta los objetivos del Proyecto Socio Comunitario Productivo de la Unidad Educativa, en el marco del Modelo Educativo.

Considerando que lo desarrollado en la Unidad de Formación **“Simulación y Modelos Matemáticos”**, son quizá temas un tanto complejos para que las y los estudiantes puedan aplicarlo de manera general en el contexto, esta situación no debe generar dificultad alguna, para desarrollar motivación en ellos con respecto al uso de la matemática y de la tecnología, para el desarrollo formativo tanto de matemática como de otras áreas.

Como pudimos ver, la simulación en la educación se ha convertido en una herramienta que facilita de gran manera la asimilación de los conocimientos, a partir de la imitación. Ahora, consideramos las siguientes características citadas por Figueroa & Otros (2011), en el blog **“Maestría en Comunicaciones y Tecnologías Educativas”**:



Características de los simuladores:

Glass-Husain (2010) menciona que todo simulador debe tener tres atributos:

- Imitar la realidad
- No ser real en sí mismo y
- Poder ser modificado por sus usuarios.

Para Navarro y Santillán (s/f), los simuladores tienen tres características principales:

- Su papel motivacional, ya que permiten la representación de fenómenos de estudio que potencialmente captan la atención e interés de la o el estudiante.
- Su papel facilitador del aprendizaje, ya que la o el estudiante interactúa, favoreciendo la aprehensión de saberes a través del descubrimiento y la comprensión del fenómeno, sistema o proceso simulado; finalmente
- Su papel reforzador, ayuda al aprendiz a aplicar los conocimientos adquiridos y, por ende, a la generalización del conocimiento.

De acuerdo a Alonso y Gallego (1997, en Cabero, 2007), las características de los programa multimedia y de los simuladores son:

- Interactividad. Facilitan la comunicación recíproca, pues el usuario puede buscar información de forma personalizada, tomar decisiones y responder a distintas propuestas.
- Ramificación. Dado que el sistema posee una multiplicidad de datos ramificados a los que cada usuario puede acceder de forma diferenciada.
- Transparencia. En tanto que son sistemas que buscan la accesibilidad, rapidez y sencillez de manejo para los usuarios.
- Navegación. Término que simboliza toda la actividad multimediática porque los usuarios “navegan por un mar de informaciones”.

Marqués (s/f) menciona que un buen programa educativo multimedia atiende a diversos aspectos funcionales, técnicos y pedagógicos:

- Facilidad de uso e instalación.
- Versatilidad (adaptación a diversos contextos).
- Calidad del entorno audiovisual.
- Calidad en los contenidos (bases de datos).
- Navegación e interacción.
- Originalidad y uso de tecnología avanzada.
- Capacidad de motivación.
- Adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo.
- Potencialidad de los recursos didácticos.



- Fomento de la iniciativa y el auto aprendizaje.
- Enfoque pedagógico actual.
- Documentación (información sobre las características del programa, forma de uso y posibilidades didácticas).
- Esfuerzo cognitivo (deben facilitar aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden).

La información anterior, nos hace pensar que si bien quizá no se cuenta con softwares sofisticados de simulación, podemos crear simulaciones sencillas con herramientas como PowerPoint y GeoGebra, las cuales, aunque no son simuladores por excelencia, cumplen de cierta manera muchas de las características vistas anteriormente.

En este sentido el trabajo de concreción que se debe realizar a partir de las siguientes consignas:

- a) Elaboración de un Plan de Desarrollo Curricular.
- b) A partir del plan, crea junto con las y los estudiantes, simulaciones en PowerPoint y GeoGebra, las cuales deben estar dirigidas al desarrollo formativo no solo de matemática, sino también, de otras áreas de formación como biología, física, educación física o ciencias sociales, haciendo una articulación de áreas o campos.
- c) Elaboración de modelos matemáticos sencillos relacionados a problemas de nuestro contexto.
- d) Junto a las y los estudiantes, exponga sus productos a las maestras/os de las áreas que articuló en su Plan de Desarrollo Curricular. Muestre las propuestas y grabe la exposición y las opiniones de sus colegas, en un video que servirá como prueba para la evaluación.

Recuerde que la bibliografía de profundización sirve de apoyo para el desarrollo de las concreciones.

En los siguientes espacios adjunte el Plan de Desarrollo Curricular con el visto bueno de la o el Director de la Unidad Educativa, fotografías y otros elementos que puedan ser evidencia del trabajo de concreción en general, además elabore una sistematización de la experiencia vivida durante el desarrollo de las concreciones.



Handwriting practice area with 20 sets of horizontal lines. Each set consists of a solid top line, a dashed midline, and a solid bottom line.

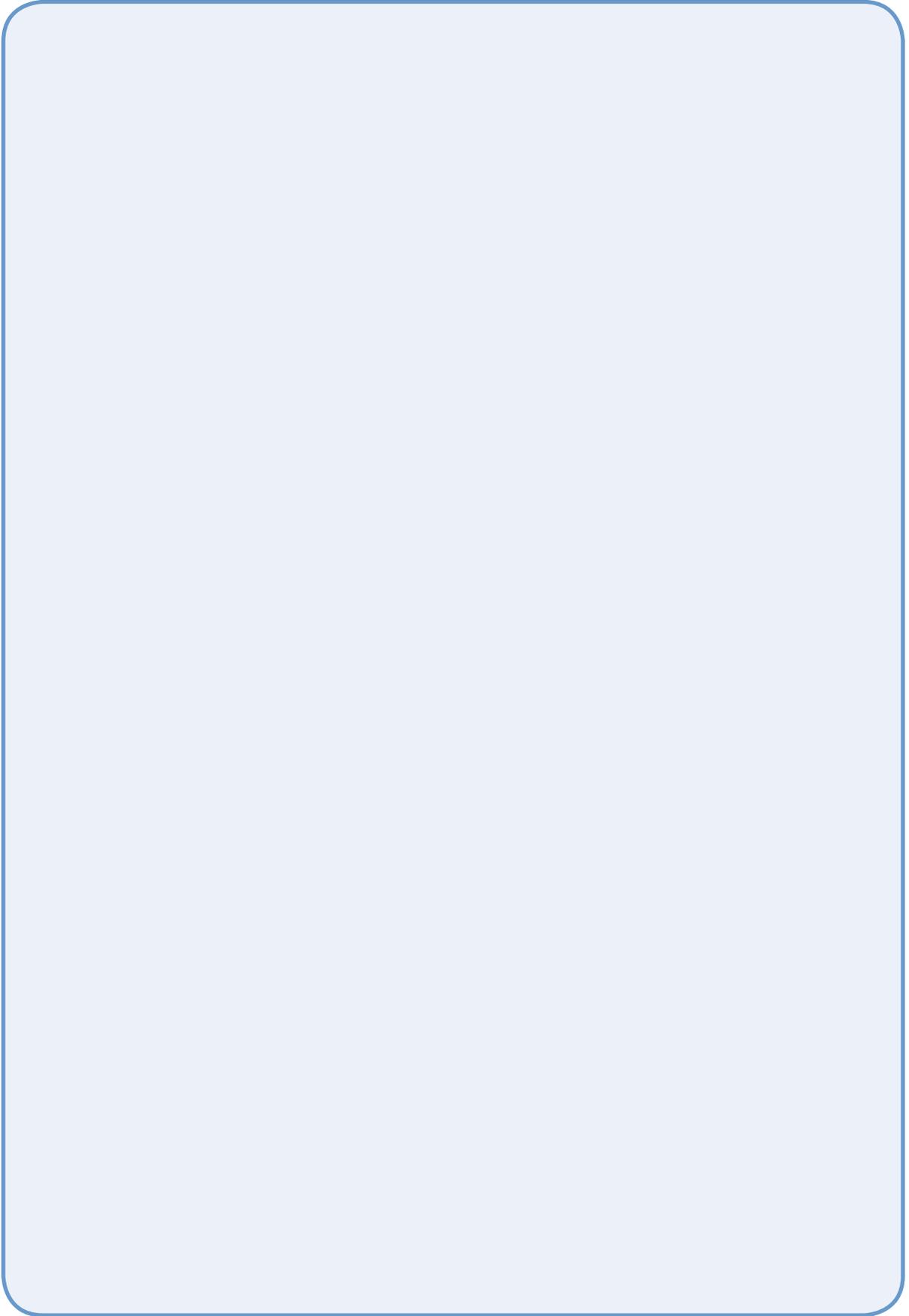


A large rectangular area with a light blue background and a blue border, containing horizontal dashed lines for writing.



Espacio para mostrar tus evidencias (trabajos, productos, fotografías, actas y entre otros) de la Actividad de Concreción.

A large, empty, light blue rounded rectangular box with a thin blue border, intended for students to display their work and evidence from the 'Activity of Concretion'.



Orientaciones para la Sesión de Socialización



Todo el proceso que se plantea en la presente guía a través de diferentes actividades formativas, debe tener como resultado la apropiación de los contenidos abordados por lo que la evaluación correspondiente a la Unidad de Formación “Simulación y Modelos Matemáticos” está de acuerdo a los siguientes parámetros:

Evaluación de Evidencias

- Toda la evidencia relacionada a las actividades de concreción a partir de la bibliografía propuesta en la guía y otras que hubiesen sido sugeridas.
- También están las evidencias de la concreción, como ser: videos, fotografías, cuadernos de campo, apuntes (considerando que los apuntes son la producción propia del participante), planes de desarrollo curricular, materiales elaborados, etc.

Evaluación de la socialización de la concreción

- Se debe socializar el cómo y a partir de qué se hizo la articulación de los contenidos con la malla curricular, el Plan de Desarrollo Curricular y el Proyecto Sociocomunitario de la Unidad Educativa.
- El uso y construcción de materiales y su adecuación a los contenidos.
- La aceptación e involucramiento de las y los estudiantes y la comunidad en el trabajo realizado.
- El o los productos tangibles e intangibles, que se originaron a partir de la concreción.
- Conclusiones.

Evaluación Objetiva:

- Será una evaluación individual, en donde el participante debe tomar en cuenta todos los temas y contenidos de la presente Unidad de Formación.

Bibliografía

- A.A. (s. f.). Introducción a la simulación. s. d.
- Acuña, J. (s. f.). ¿Qué es Simulación? s. d.
- Anónimo. (22 de agosto de 2016). Modelo Matemático. Obtenido de http://web.archeve.org/web/http://www.material_simulacion.ucv.cl/tipos_de_modelos_matematicos.htm
- Cao, R. (2002). Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas. Coruña - España: Centerprint S. L. Eduardo Bóveda.
- Carolina. (4 de abril de 2011). Simulación: Generación de Variables Aleatorias. Obtenido de BLOG: SIMULACIÓN: <http://simulacionunilibre.blogspot.com/2011/04/geberacion-de-variables-aleatorias.html>
- Escobar, A. (2011). Introducción a la Optimización matemática. Pereira - Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira Colombia.
- Fundación Polar. (s. f.). Modelos Matemáticos. El Mundo de la Matemática, 131 - 134.
- Justel, A. (2008). Matemáticas o la naturaleza. El Cultural, 1 - 2.
- Ramos A. & Otros. (2010). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial.
- Ramos A. & Vitoriano B. (s. f.). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial.
- A.A. (21 de julio de 2016). Simulación.



ESPECIALIDAD: MATEMÁTICA
UNIDAD DE FORMACIÓN: SIMULACIÓN Y MODELOS MATEMÁTICOS

Temas	Utilidad para la o el maestro	Aplicabilidad en la vida	Contenidos	Bibliografía de profundización
INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN	<p>Permite que la o el maestro se apropie de conocimientos sobre probabilidad y así crear en las y los estudiantes habilidades y capacidades experimentales.</p>	<p>La simulación es aplicable en la probabilidad de eventos que sirven en educación, economía, robótica, mecánica, pesca, agricultura, medicina, crecimiento poblacional, informática, navegación, astronomía y muchas otras ciencias. Donde a partir de la simulación se pueden recrear posibles sucesos o acontecimientos en escala real.</p>	<p>Conceptos básicos de simulación Cao, R. (2002). Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas. Coruña - España: Centerprint S. L. Eduardo Bóveda. (Pág. 1 y 17) OBLIGATORIO</p> <p>Definición de sistema A.A. (s. f.). INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN. s. d. (Pág. 3 – 4) OBLIGATORIO</p> <p>Elementos de simulación Acuña, J. (s. f.). ¿Qué es Simulación? s. d. (Pág. 14 - 22) OBLIGATORIO</p> <p>Video: “Modelos de simulación para el análisis de un sistema” (01:00 – 03:42 min.) https://www.youtube.com/watch?v=jG8Oz1FHRqU OBLIGATORIO</p> <p>Generación de variables Video: “Variables aleatorias discretas y continuas” (01:00 – 02:42 min.) https://www.youtube.com/watch?v=qmBk_GwxAmU OBLIGATORIO</p> <p>Carolina. (4 de abril de 2011). Simulación: Generación de Variables Aleatorias. Obtenido de BLOG: SIMULACIÓN: http://simulacionunilibre.blogspot.com/2011/04/geberacion-de-variables-aleatorias.html OBLIGATORIO</p> <p>Etapas para realizar un estudio de simulación: formulación del problema, colección de datos, formulación del modelo, verificación, validación del sistema, interpretación, documentación. A.A. (21 de julio de 2016). Simulación. (Pág. 2 - 3).</p>	<p>Video: “Introducción a la Simulación” https://www.youtube.com/watch?v=umMs-bjczNY</p> <p>Starts, Y. (Diciembre 2012). Simulación. Obtenido de http://simulacionkarla.blogspot.com/p/blog-page.html</p>



MODELOS DE SIMULACIÓN	Logra que la o el maestro evalúe estrategias en la construcción de modelos que serán o no posibles de simular, por lo también experimentará la representación de la realidad en forma abstracta.	Los modelos de Simulación son métodos que son utilizados en la simulación, por lo que este es aplicable en todo lo mencionado en el tema anterior, ya que los modelos sirven para predecir y dar dinamismo a la simulación.	<p>Modelo teórico, conceptual y sistémico A.A. (21 de julio de 2016). Simulación Simulación por computadora Video: "Auto en movimiento con GeoGebra" (01:00 – 12:07 min.) https://www.youtube.com/watch?v=WCOEbrZrdk OBLIGATORIO A.A. (21 de julio de 2016). Simulación. Simulación en la educación Video: "Simulación en educación" (01:00 – 05:00 min) https://www.youtube.com/watch?v=x-FxjR6lgeQ OBLIGATORIO</p>	Fundación Polar (s. f.) Modelos Matemáticos El Mundo de las Matemáticas 18.
MODELOS MATEMÁTICOS	Permite a la o el maestro profundizar sus conocimientos dentro de las ciencias aplicadas al construir procesos que permitan convertir objetos a lenguaje matemático, a analizar modelos e interpretar el análisis del estudio del objeto.	Los modelos matemáticos son aplicables a la astronomía, aeronáutica, simulación de tráfico, macro y microeconomía, simuladores de juegos, de aviación o otras aplicaciones en la vida.	<p>Concepto de modelo matemático Video: "Modelos matemáticos" (01:00 – 02:13 min.) https://www.youtube.com/watch?v=HouuRhXlJdY OBLIGATORIO Video: "Modelos matemáticos, en las 5 de la Ciencia" (01:00 – 05:15 min.) https://www.youtube.com/watch?v=7AbdkIEAXRU OBLIGATORIO</p> <p>Clasificación de modelos Anónimo. (22 de agosto de 2016). Modelo Matemático. (Pág. 1 - 4). Obtenido de http://web.archeve.org/web/http://www.materia_simulacion.ucv.cl/tipos_de_modelos_matematicos.htm OBLIGATORIO</p> <p>Modelos matemáticos en los fenómenos sociales Fundación Polar. (s. f.). Modelos Matemáticos. El Mundo de la Matemática, 131 - 134. OBLIGATORIO</p> <p>Modelos matemáticos en los fenómenos Naturales Justel, A. (2008). Matemáticas o la naturaleza. El Cultural, (Pág. 1 – 2). OBLIGATORIO</p> <p>Optimización Escobar, A. (2011). Introducción a la Optimización matemática. Pereira - Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira Colombia. (Pág. 2 - 13), (Pág. 24 - 31) y (Pág. 36 -39). OBLIGATORIO</p>	Video: "Modelos matemáticos ejemplo cuerda" https://www.youtube.com/watch?v=NKTuHykOX8c

<p>OPTIMIZACIÓN DE MODELOS</p>	<p>Crea en la o el maestro capacidades de análisis en la construcción de sistemas de ecuaciones e inecuaciones, para hallar los máximos y mínimos valores, requisitos o condiciones en un modelo de simulación.</p>	<p>La optimización de modelos se aplican en la química, economía, ingeniería y otras ciencias, donde se precise determinar diferentes aspectos como costos o valores.</p>	<p>Modelo y modelado Video: "El modelo y lo modelado" (01:00 – 03:00 min.) Ramos A. & Vitoriano B. (s. f.). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial. (Pág. 9 – 12) OBLIGATORIO</p> <p>Etapas en el desarrollo de un modelo Ramos A. & Otros. (2010). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial. (Pág. 12 – 14) OBLIGATORIO</p> <p>Problemas característicos Ramos A. & Vitoriano B. (s. f.). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial. (Pág. 26 – 29) OBLIGATORIO</p> <p>Modelado de implicaciones lógicas Ramos A. & Vitoriano B. (s. f.). Modelos Matemáticos de Optimización. Madrid - España: Universidad Pontificia "Comillas Madrid", Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Organización Industrial. (Pág. 54 – 60) OBLIGATORIO</p>	<p>Baquela E. & Redchuk A. (marzo de 2013) Optimización Matemática con R. Volumen I Introducción al modelado y resolución de problemas. Madrid – España.</p> <p>Hernández G. Ejemplos Problemas Modelación en Optimización. UChile – Departamento de Ingeniería Matemática.</p>
--------------------------------	---	---	---	---



MINISTERIO DE
educación
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA 

**Revolución Educativa
con Revolución Docente
para Vivir Bien**