



UNIVERSIDAD
MAYOR DE SAN SIMÓN
Ciencia y Conocimiento desde 1832

MODELO MATEMÁTICO COMPUTACIONAL PARA LA SALUD FINANCIERA JUVENIL

Taller de Simulación de Sistemas

Los jóvenes en Cochabamba, dedican la mayor parte de su tiempo a su formación, sea esta técnica o universitaria y también se inician en sus primeros empleos. Parte de sus expectativas las pone en la acumulación de un ahorro para un futuro mejor. En ese contexto, el análisis que se pretende realizar gira en torno a dos factores por demás importantes, como son el consumo y ahorro y el desarrollo de una herramienta informática que me ayude a tomar la decisión mas adecuada.



Taller de Simulación
de Sistemas

MODELO MATEMÁTICO PARA LA SALUD FINANCIERA JUVENIL

EL CONSUMO Y AHORRO EN EL TRANCURSO DEL TIEMPO

La actividad de una persona y sus patrones de consumo y ahorro tienden a variar significativamente a lo largo de su ciclo de vida. Particularmente los jóvenes se desenvuelven entre su formación, de repente una formación técnica o universitaria y sus primeros empleos. El análisis que se pretende realizar gira en torno a dos factores por demás importantes, como son el consumo y ahorro.

- **Consumo:** Generalmente, la mayor proporción de los ingresos están destinados a la formación, estudios técnicos o superiores; la vivienda inicial como el alquiler de una habitación; el transporte y el establecimiento de un estilo de vida independiente, al margen del sustento que usualmente le daban sus padres. Sin embargo, el consumo discrecional, aquellos que tienen que ver el placer y las distracciones pueden ser relativamente altos en comparación con los ingresos que el joven pueda tener.
- **Ahorro:** El ahorro suele ser bajo, inexistente o incluso negativo debido a las deudas por estudios, requerimientos de formación. Al principio los ingresos iniciales suelen ser muy bajos y sin embargo esta la prioridad de establecerse. El enfoque suele estar más encaminado a invertir en el capital humano personal cultivándose en temas de educación y la adquisición de habilidades.

Factores Clave que Influyen en el Consumo y el Ahorro con el Tiempo

A continuación, se hace una descripción de aquellos elementos que se consideran influyentes en la vida económica de un joven que inicia su vida en busca de la denominada independencia financiera:

- **Ingresos:** Considerado un factor determinante. A mayores ingresos, generalmente existe una mayor capacidad de ahorro, aunque el consumo también puede aumentar.
- **Expectativas de Ingresos Futuros:** Si una persona espera que sus ingresos aumenten significativamente en el futuro, puede tener una menor tendencia a ahorrar en el presente.
- **Tasa de Interés:** Influye en el costo del endeudamiento y el rendimiento del ahorro. Tasas de interés más altas pueden incentivar el ahorro y desincentivar el consumo financiado.
- **Inflación:** Reduce el poder adquisitivo del dinero con el tiempo. Una alta inflación puede erosionar el valor de los ahorros y presionar por el clima económico, la especulación al consumo.
- **Necesidades y Deseos:** Las prioridades de consumo cambian con la edad y las circunstancias personales. Entre estos aspectos se puede referir a la formación, la familia y la salud.

- **Preferencias Temporales:** Algunas personas tienen una mayor preferencia por el consumo presente, su temperamento se caracteriza por la falta de paciencia y ansiedad, mientras que otras valoran más el consumo futuro, demostrando en su carácter una mayor paciencia y propensión al ahorro.
- **Planificación Financiera y Educación:** Una mayor conciencia financiera y la existencia de planes a largo plazo tienden a fomentar el ahorro.
- **Políticas Gubernamentales y Sistemas de Seguridad Social:** Las pensiones públicas, los subsidios y los impuestos pueden influir en las decisiones de consumo y ahorro.
- **Choques Económicos y Eventos Inesperados:** La pérdida de empleo, enfermedades u otras crisis pueden afectar significativamente tanto el consumo como la capacidad de ahorro.
- **Normas Sociales y Culturales:** Las actitudes hacia el ahorro y el consumo varían entre culturas y grupos sociales.

Aspectos Importantes a Considerar frente a el Ahorro

- **La Importancia del Ahorro Temprano:** El ahorro temprano se podría beneficiar del concepto del interés compuesto. Pequeñas cantidades ahorradas consistentemente durante un largo período de tiempo puede crecer significativamente.
- **El Equilibrio entre Consumo Presente y Futuro:** Encontrar un equilibrio adecuado es clave. Un ahorro excesivo puede significar privaciones innecesarias en el presente, mientras que un consumo excesivo puede generar problemas financieros en el futuro.
- **La Necesidad de Adaptación:** Los planes de consumo y ahorro deben ser flexibles y adaptarse a los cambios en los ingresos, las necesidades y las circunstancias de la vida.
- **La Diversificación del Ahorro e Inversión:** No poner todos los "huevos en la misma canasta" reduce el riesgo y puede mejorar el rendimiento a largo plazo.
- **La Planificación para la Jubilación:** Asegurar una jubilación financieramente cómoda requiere una planificación a largo plazo y un ahorro constante.
- **La Gestión de Deudas:** Evitar deudas innecesarias y gestionar adecuadamente las existentes es crucial para liberar recursos para el ahorro.

La relación entre consumo y ahorro es dinámica y está intrínsecamente ligada a la actividad y las etapas de la vida de una persona joven. Comprender los factores que influyen en estas decisiones y planificar conscientemente puede llevar a una mayor seguridad financiera y al logro de los objetivos a largo plazo.

Planificación Financiera

Se partirá de la elaboración de una planilla de consumo personal y se determinarán aspectos iniciales para un joven que busca un ahorro inicial con perspectiva de crecimiento financiero a 10 años.

Estructura de la Planilla de Consumo Personal

La planilla propuesta tendrá la siguiente estructura:

Categoría de Gasto	Gasto Mensual Estimado (Bs.)	Notas/Detalles
--------------------	------------------------------	----------------

Información Importante

- **Salario Mínimo Nacional (SMN) en Bolivia (2025):** Se asume un SMN, que es de **Bs. 2.362** (este valor puede variar en el futuro). Este es el ingreso bruto mensual.
- **Deducciones:** Es importante recordar que del salario bruto se realizan deducciones por aportes a la seguridad social (AFP, salud, etc.). Estas deducciones pueden rondar el 12.71% aproximadamente. Por lo tanto, el **salario neto mensual aproximado** sería: $Bs. 2.362 * (1 - 0.1271) \approx Bs. 2.061$.
- **Costo de Vida en Cochabamba:** Los costos son aproximados y pueden variar según el estilo de vida, ubicación específica, y preferencias individuales.

Planilla de Consumo Mensual Estimado para un Joven en Cochabamba

Esta planilla debe ser lo más detallada posible al principio y luego se puede ir ajustando. Se recomienda revisarla mensualmente. Se propone una planilla de consumo con costos aproximados en bolivianos para un joven en Cochabamba que gana el Salario Mínimo Nacional (SMN) a partir del cual se estimara un posible ahorro inicial.

Categoría de Gasto	Gasto Mensual Estimado (Bs.)	Notas/Detalles
Vivienda		
- Vivienda compartida	Bs. 500 - 800	habitación en alquiler
- Servicios (agua, luz, gas, internet básico)	Bs. 200 - 350	dependiendo del consumo y si incluye todo
- Mantenimiento (pequeñas reparaciones, etc.)	Bs. 50 - 100	variable
Alimentación		
- Comida en casa (supermercado, mercado)	Bs. 400 - 600	cocinando la mayoría de las veces
- Comida fuera (almuerzo ocasional, salidas)	Bs. 150 - 300	si es frecuente, este costo aumentará
Transporte		
- Transporte público: micros, buses	Bs. 100 - 200	dependiendo de la frecuencia y distancias
- Taxi/Uber ocasional	Bs. 50 - 100	variable
Educación/Desarrollo		
- Cursos, libros, materiales de estudio si aplica	Bs. 50 - 200	variable
Salud		
- Seguro de salud (si tiene)	Bs. 100 - 300	variable

- Gastos médicos ocasionales	Bs. 50 - 100	variable
Entretenimiento/Ocio		
- Salidas (cine, eventos, suscripciones, streaming, etc.)	Bs. 100 - 300	dependiendo del estilo de vida
Vestimenta/Cuidado Personal		
- Ropa, calzado, productos de higiene	Bs. 100 - 200	variable
Comunicación		
- Recarga de celular, plan de datos	Bs. 50 – 100	
Deudas/Préstamos		
- Cuotas de préstamos	si tiene	Variable
Otros Gastos		
- Imprevistos, regalos, etc.	Bs. 50 - 150	variable

Cálculo calculo con el Gasto Mensual Máximo Estimado

Se procederá a calcular el ahorro mensual potencial, considerando los valores máximos de gasto que se estimó en la planilla anterior.

Sumar los valores máximos de cada categoría de gasto:

- Vivienda: Bs. 800 + Bs. 350 + Bs. 100 = Bs. 1250
- Alimentación: Bs. 600 + Bs. 300 = Bs. 900
- Transporte: Bs. 200 + Bs. 100 = Bs. 300
- Educación/Desarrollo: Bs. 200
- Salud: Bs. 300 + Bs. 100 = Bs. 400
- Entretenimiento/Ocio: Bs. 300
- Vestimenta/Cuidado Personal: Bs. 200
- Comunicación: Bs. 100
- Deudas/Préstamos: Bs. 0 (asumimos inicialmente que no tiene deudas)
- Otros Gastos: Bs. 150

Gasto Mensual Máximo Estimado = Bs. 1250 + Bs. 900 + Bs. 300 + Bs. 200 + Bs. 400 + Bs. 300 + Bs. 200 + Bs. 100 + Bs. 0 + Bs. 150 = Bs. 3400

Cálculo del Ahorro Mensual Potencial

Ahora, se resta el gasto mensual máximo estimado del salario neto mensual aproximado:

- Salario Neto Mensual Aproximado: Bs. 2061
- Gasto Mensual Máximo Estimado: Bs. 3400

Ahorro Mensual Potencial = Salario Neto Mensual Aproximado - Gasto Mensual Máximo Estimado
Ahorro Mensual Potencial = Bs. 2061 - Bs. 3400 = -Bs. 1339

Conclusión sobre el Ahorro Inicial Considerando Gastos Máximos

Considerando los valores máximos estimados para cada categoría de gasto, **en lugar de tener un ahorro inicial, el joven cochabambino tendría un déficit mensual de aproximadamente Bs. 1339.**

Implicaciones y Próximos Pasos

Este resultado indica que, manteniendo un estilo de vida con los gastos máximos estimados en cada categoría, el joven no podría ahorrar con el salario mínimo nacional actual en Cochabamba.

Para lograr un ahorro inicial, el joven necesitaría:

1. **Reducir sus gastos:** Analizar cada categoría de gasto y buscar formas de disminuir los costos, acercándose más a los valores mínimos o encontrando alternativas más económicas.
2. **Aumentar sus ingresos:** Explorar oportunidades para obtener ingresos adicionales como trabajos a tiempo parcial, freelancing e incluso explorara otras oportunidades. Comente que otras oportunidades considera viables.

Cálculo con el Gasto Mensual Mínimo Estimado

Ante la situación anterior, se analizará un escenario con gastos más ajustados para estimar un posible ahorro inicial realista. Por ello el nuevo análisis se ajustará a los valores mínimos sus gastos de consumo y con ello se determinará el ahorro.

Sumar los valores mínimos de cada categoría de gasto:

- Vivienda: Bs. 500 + Bs. 200 + Bs. 50 = Bs. 750
- Alimentación: Bs. 400 + Bs. 150 = Bs. 550
- Transporte: Bs. 100
- Educación/Desarrollo: Bs. 50
- Salud: Bs. 100 + Bs. 50 = Bs. 150
- Entretenimiento/Ocio: Bs. 100
- Vestimenta/Cuidado Personal: Bs. 100
- Comunicación: Bs. 50
- Deudas/Préstamos: Bs. 0 (asumimos inicialmente que no tiene deudas)
- Otros Gastos: Bs. 50

Gasto Mensual Mínimo Estimado = Bs. 750 + Bs. 550 + Bs. 100 + Bs. 50 + Bs. 150 + Bs. 100 + Bs. 100 + Bs. 50 + Bs. 0 + Bs. 50 = Bs. 1900

Cálculo del Ahorro Mensual Potencial Considerando Gastos Mínimos

Restando el gasto mensual mínimo estimado del salario neto mensual aproximado:

- Salario Neto Mensual Aproximado: Bs. 2061
- Gasto Mensual Mínimo Estimado: Bs. 1900

Ahorro Mensual Potencial = Salario Neto Mensual Aproximado - Gasto Mensual Mínimo Estimado
Ahorro Mensual Potencial = Bs. 2061 - Bs. 1900 = Bs. 161

Conclusión sobre el Ahorro Inicial Considerando Gastos Mínimos

Considerando los valores mínimos estimados para cada categoría de gasto, el joven tendría un **ahorro mensual potencial de aproximadamente Bs. 161.**

Perspectiva de Crecimiento del Ahorro a 10 Años:

Para proyectar el crecimiento del ahorro a 10 años, se hacen las siguientes suposiciones:

- **Consistencia en el Ahorro:** Asumiremos que el joven puede mantener este nivel de ahorro de Bs. 161 por mes durante los 10 años.
- **Rendimiento de la Inversión (Tasa de Interés):** El crecimiento del ahorro dependerá de dónde se invierta ese dinero. Se asumen diferentes tasas de interés anuales para ilustrar distintos escenarios:
 - **Escenario 1 (Ahorro Simple - 0% de interés):** El dinero se guarda sin generar rendimientos.
 - **Escenario 2 (Ahorro con bajo rendimiento - 3% de interés anual):** Similar a una cuenta de ahorros básica.
 - **Escenario 3 (Ahorro con rendimiento moderado - 7% de interés anual):** Posible en algunas inversiones a plazo fijo o fondos de inversión conservadores.

Cálculos de Ahorro a 10 Años (120 meses):

- **Ahorro Total sin Interés (Escenario 1):**
 - Ahorro mensual: Bs. 161
 - Número de meses: 120
 - Ahorro total = Bs. 161 * 120 = **Bs. 19.320**
- **Ahorro Total con Interés Compuesto (Escenario 2 - 3% anual):** Utilizaremos la fórmula del valor futuro de una anualidad ordinaria:

$$FV = P \times \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

FV = Valor Futuro

P = Pago periódico (ahorro mensual = Bs. 161)

r = Tasa de interés por período (tasa anual / 12 = 0.03 / 12 = 0.0025)

n = Número de períodos (120 meses)

$$FV = Bs. 22.433$$

- **Ahorro Total con Interés Compuesto (Escenario 3 - 7% anual):**

r = Tasa de interés por período (tasa anual / 12 = 0.07 / 12 \approx 0.005833)

$$FV = Bs. 27.871$$

Perspectiva de Crecimiento del Ahorro a 10 Años:

- **Escenario 1 (0% interés):** El joven podría acumular aproximadamente **Bs. 19.320** en 10 años.
- **Escenario 2 (3% interés anual):** El joven podría acumular aproximadamente **Bs. 22.433** en 10 años.
- **Escenario 3 (7% interés anual):** El joven podría acumular aproximadamente **Bs. 27.871** en 10 años.

Consideraciones Adicionales:

- **Aumento de Ingresos:** A medida que el joven avance en su carrera, es probable que sus ingresos aumenten, lo que podría permitirle ahorrar una cantidad mayor mensualmente.
- **Inflación:** No se considera la inflación en estos cálculos. El poder adquisitivo del ahorro podría verse afectado por la inflación a lo largo de 10 años.
- **Cambios en los Gastos:** Los gastos también pueden cambiar con el tiempo (mudanzas, formación de familia, etc.). La planilla de consumo deberá revisarse y ajustarse periódicamente.
- **Objetivos de Ahorro:** Es importante que el joven defina objetivos claros para su ahorro (compra de vivienda, estudios posteriores, inversión, etc.) para mantenerse motivado.
- **Disciplina y Consistencia:** La clave para el crecimiento del ahorro a largo plazo es la disciplina y la consistencia en el ahorro mensual.

Esta proyección proporciona una visión inicial del potencial de ahorro. Es fundamental que el joven realice un seguimiento de sus gastos reales y ajuste su plan según sea necesario.

Modelo Matemático Simplificado

Se plantea un modelo matemático simplificado para representar la relación entre el ingreso, el consumo y el ahorro de una persona a lo largo del tiempo. Aquí se presenta un modelo básico inicial y su correspondiente justificación.

Con este propósito, se definen las siguientes variables para un período de tiempo t (por ejemplo, un mes):

- $I(t)$: Ingreso neto en el período t .
- $C(t)$: Consumo total en el período t .
- $S(t)$: Ahorro en el período t .

La relación fundamental entre estas variables es:

$$S(t) = I(t) - C(t)$$

Este modelo establece que el ahorro en cualquier período es simplemente la diferencia entre el ingreso total y el consumo total durante ese mismo período.

Ahora, para observar la acumulación del ahorro a lo largo del tiempo, se puede definir el ahorro acumulado hasta el período n como $A(n)$:

$$A(n) = \sum_{t=1}^n S(t) = \sum_{t=1}^n (I(t) - C(t))$$

Si se considera un horizonte de tiempo de N períodos (por ejemplo, 10 años o 120 meses), el ahorro acumulado al final de ese período sería $A(N)$.

Para incorporar el crecimiento del ahorro a través de intereses (asumiendo una tasa de interés constante por período r), se utiliza un modelo de valor futuro. Si el ahorro $S(t)$ se invierte y genera interés compuesto, el valor futuro del ahorro acumulado al final del período N , sería:

$$FV(N) = \sum_{t=1}^N S(t) \times (1 + r)^{N-t}$$

Donde:

- $(1+r)^{(N-t)}$ representa el factor de capitalización del ahorro realizado en el período t hasta el final del período N .

Si se asume un ahorro mensual constante (S) y una tasa de interés mensual constante (r), la fórmula se simplifica a la fórmula del valor futuro de una anualidad ordinaria que se utilizó:

$$FV(N) = S \times \frac{(1 + r)^N - 1}{r}$$

Justificación del Modelo

1. **Simplicidad y Fundamentación Económica Básica:** El modelo $S(t) = I(t) - C(t)$ es una representación directa del concepto fundamental de ahorro en economía. El ahorro es la parte del ingreso que no se consume. Esta es una identidad contable básica y ampliamente aceptada.

2. **Representación del Flujo de Efectivo:** El modelo captura el flujo de efectivo básico de una persona: el dinero que entra (ingreso) menos el dinero que sale (consumo) resulta en el dinero disponible para ahorrar.
3. **Incorporación del Tiempo:** Al extender el modelo a lo largo de múltiples períodos ($A(n)$ y $FV(N)$), podemos analizar cómo el ahorro se acumula con el tiempo, lo cual es crucial para la planificación financiera a largo plazo.
4. **Consideración del Crecimiento del Ahorro:** La inclusión de la tasa de interés ($FV(N)$) permite modelar el impacto del rendimiento de las inversiones en el crecimiento del ahorro, lo cual es un aspecto esencial para comprender el potencial de acumulación a largo plazo.
5. **Flexibilidad y Adaptabilidad:** Aunque simple, este modelo puede ser adaptado para incorporar escenarios más complejos:
 - **Ingresos Variables:** $I(t)$ puede variar con el tiempo para reflejar aumentos salariales, ingresos adicionales, etc.
 - **Consumo Variable:** $C(t)$ puede ajustarse para reflejar cambios en el estilo de vida, necesidades, o implementación de estrategias de reducción de gastos.
 - **Tasas de Interés Variables:** r podría cambiar con el tiempo para reflejar las condiciones del mercado.
 - **Aportaciones Irregulares:** Se podrían añadir términos a la sumatoria para representar ahorros o inversiones adicionales no periódicas.
6. **Herramienta para la Planificación:** Este modelo proporciona un marco cuantitativo para que el joven pueda visualizar el impacto de sus decisiones de consumo y ahorro a lo largo del tiempo. Al variar los parámetros (ingresos, consumo, tasa de interés), puede explorar diferentes escenarios y comprender la importancia de ahorrar consistentemente e invertir.

Limitaciones del Modelo

- **Simplificación de la Realidad:** El modelo es una simplificación y no captura todas las complejidades del comportamiento financiero humano (factores psicológicos, influencias externas, etc.).
- **Supuestos Constantes:** En las versiones más simples (como la del valor futuro de una anualidad), se asume una tasa de ahorro y una tasa de interés constantes, lo cual puede no ser realista a largo plazo.
- **No Considera Impuestos:** El modelo básico no incluye el impacto de los impuestos sobre los ingresos o las ganancias de las inversiones.
- **No Considera la Inflación:** El modelo nominal no ajusta por la pérdida de poder adquisitivo debido a la inflación. Para un análisis más preciso a largo plazo, se debería considerar un modelo en términos reales (ajustado por inflación).

En conclusión, un modelo matemático como el presentado, aunque simplificado, proporciona un marco útil y justificable para representar la relación fundamental entre el ingreso, el consumo y el ahorro a lo largo del tiempo. Permite cuantificar el impacto de las decisiones financieras y proyectar el crecimiento del ahorro, lo cual es esencial para la planificación financiera personal.

Modelo Simplificado con Ecuaciones Diferenciales

Un modelo basado en ecuaciones diferenciales podría ser aplicable para representar la dinámica del ahorro y el consumo a lo largo del tiempo, especialmente si se quiere considerar estas variables como funciones continuas y analizar sus tasas de cambio.

Definir las siguientes variables como funciones del tiempo t :

- $I(t)$: Ingreso neto en el instante t .
- $C(t)$: Consumo en el instante t .
- $A(t)$: Ahorro acumulado en el instante t .

La tasa de cambio del ahorro acumulado con respecto al tiempo, $\frac{dA}{dt}$, estaría dada por la diferencia entre el ingreso y el consumo en ese instante, más cualquier rendimiento generado por el ahorro acumulado:

$$\frac{dA}{dt} = I(t) - C(t) + r(t)A(t)$$

Donde $r(t)$ es la tasa de rendimiento instantánea del ahorro en el tiempo t .

Para definir el comportamiento del ingreso y el consumo a lo largo del tiempo, podríamos usar modelos más específicos:

- **Ingreso:** Si asumimos un crecimiento salarial constante proporcional al ingreso actual, podríamos modelarlo como:

$$\frac{dI}{dt} = g_I I(t)$$

Donde g_I es la tasa de crecimiento del ingreso. La solución a esta ecuación sería $I(t) = I_0 e^{g_I t}$, donde I_0 es el ingreso inicial.

- **Consumo:** El consumo podría depender del ingreso actual y del ahorro acumulado. Por ejemplo, una función de consumo lineal simple podría ser:

$$C(t) = c_0 + c_1 I(t) - c_2 A(t)$$

Donde c_0 es un consumo autónomo, c_1 es la propensión marginal al consumo (la fracción de un aumento en el ingreso que se consume), y c_2 representa cómo un mayor ahorro acumulado podría reducir la necesidad de consumir del ingreso actual.

Sustituyendo estas expresiones en la ecuación diferencial del ahorro, se obtiene un modelo que describe la evolución del ahorro acumulado en el tiempo:

$$\frac{dA}{dt} = (I_0 e^{g_I t}) - (c_0 + c_1 I_0 e^{g_I t} - c_2 A(t)) + r(t)A(t)$$

$$\frac{dA}{dt} = (1 - c_1)I_0 e^{g_I t} - c_0 + (c_2 + r(t))A(t)$$

Esta es una ecuación diferencial lineal de primer orden que podría resolverse para encontrar $A(t)$, el ahorro acumulado en función del tiempo, dadas las condiciones iniciales (ahorro inicial en $t=0$).

Uso del modelo basado en ecuaciones diferenciales

1. **Visión Continua del Tiempo:** Las ecuaciones diferenciales permiten modelar la dinámica del ahorro y el consumo como procesos que ocurren continuamente en el tiempo, en lugar de discretamente por períodos (como en el modelo de sumatorias). Esto puede ser más realista para ciertos fenómenos económicos.
2. **Análisis de Tasas de Cambio:** El modelo se centra en las tasas de cambio de las variables. El ahorro cambia instantáneamente en respuesta al ingreso, el consumo y el rendimiento. Esto proporciona información sobre la velocidad y la dirección de la acumulación de riqueza.
3. **Incorporación de Dinámicas Complejas:** Las ecuaciones diferenciales pueden modelar relaciones más complejas entre las variables. Por ejemplo, cómo la tasa de rendimiento del ahorro podría depender del nivel de ahorro acumulado o de las condiciones económicas generales (lo que haría $r(t)$ una función de $A(t)$ y otras variables).
4. **Análisis de Equilibrio y Estabilidad:** En modelos más elaborados, las ecuaciones diferenciales pueden utilizarse para analizar puntos de equilibrio y la estabilidad de esos equilibrios. Esto podría ser relevante para estudiar la sostenibilidad de ciertos patrones de ahorro y consumo a largo plazo.
5. **Herramienta para la Optimización:** En modelos de optimización del consumo y ahorro, las ecuaciones diferenciales se utilizan para encontrar las sendas óptimas de consumo y ahorro que maximizan la utilidad del joven individuo a lo largo de su vida.

Justificación de su Aplicación en este Contexto

Si bien el modelo discreto que utilizamos anteriormente es bastante intuitivo y adecuado para una proyección básica a 10 años con supuestos anuales, un modelo de ecuaciones diferenciales podría ser apropiado si:

- **Se busca un análisis más fino de la dinámica temporal:** Por ejemplo, cómo las decisiones de consumo responden instantáneamente a cambios en el ingreso o el ahorro.
- **Se quieren incorporar relaciones más complejas y no lineales:** Como una tasa de rendimiento del ahorro que varía con el tiempo o el nivel de ahorro.
- **Se pretende realizar un análisis de sensibilidad a cambios instantáneos en los parámetros:** Por ejemplo, el impacto de un shock repentino en el ingreso o el consumo.

- **Se desea construir un modelo más teórico y generalizable:** Que pueda adaptarse a diferentes comportamientos de ingreso y consumo.

Conclusión

Un modelo basado en ecuaciones diferenciales es **aplicable** para representar la realidad del consumo versus ahorro, y su **apropiación** radica en su capacidad para modelar dinámicas continuas, tasas de cambio y relaciones complejas. Sin embargo, para el objetivo específico de una proyección básica a 10 años para un joven con el salario mínimo, un modelo discreto como el que utilizamos anteriormente ofrece un buen equilibrio entre simplicidad e información útil. Haciendo más sofisticado el análisis, se busca comprender las dinámicas instantáneas e incorporar relaciones más complejas, por lo que el modelo de ecuaciones diferenciales es una herramienta más adecuada.

De la Presentación

La presentación de esta actividad consiste en:

- Documentación técnica y de usuario (formato digital e impreso).
- Diapositivas del trabajo (formato digital).
- Códigos fuentes(formato digital).
- Archivo Excel(formato digital)
- Librerías necesarias(formato digital).

La fecha de presentación de esta actividad es hasta el día 23 de abril de los corrientes, según condición de plazos especificados en classroom.

En la fecha ya especificada habrá defensa del trabajo presentado en esta actividad.

Se subirán al classroom de la clase hasta la fecha indicada lo especificado en los puntos previamente descritos. Así mismo, se deberá presentar al ingreso de la clase el formato físico en impreso acompañado del formato electrónico del contenido ya enunciado. También deberán acompañarse de su equipo a fin de validar la realización del trabajo.

Resultado Esperado de la Actividad Tres

La actividad tendrá como resultado:

- Propuesta respecto del modelo de Simulación, es decir algoritmo con fundamentación matemática pertinente. Tanto para el modelo discreto basado en sumatorias, como para el modelo basado en ecuaciones diferenciales.
- El modelo de Simulación del proyecto deberá reproducirse en Excel, así como en los programas desarrollados en Java, Python y/o lenguaje R. A fin de validar resultados entre las diferentes aplicaciones desarrolladas.

Por: Henry Frank Villarroel Tapia

- No olvide considerar los tres escenarios planteados en la implementación de sus soluciones. Ratifique estos conceptos con la aplicación de pruebas de escritorio.