

LOS SISTEMAS COMPLEJOS

Resumen

El presente artículo corresponde al desarrollo del tema de sistemas complejos desde el punto de vista de sus enfoques así como su aplicación en diferentes campos que existen.

El concepto tiene muchas definiciones de acuerdo a varios autores como por ejemplo un conjunto, una población de ciertos individuos o elementos, etc.

Cabe resaltar que existen diferentes tipos de sistemas complejos como lo es el cuerpo humano como una empresa u organización.

El artículo finaliza con una esquematización de la resolución de problemas enfocados a sistemas complejos.

Palabras claves

Sistemas complejos, tipos de complejidad, estudio del caos, teoría general de sistemas, instrumentos metodológicos.

Abstract

The present article corresponds to the development of the subject of complex systems from the point of view of their approaches as well as their application in different fields that exist.

It should be noted that there are different types of complex systems such as the human body as a company or organization.

The article ends with a schematization of the resolution of problems focused on complex systems.

Keywords

Complex systems, types of complexity, chaos study, general systems theory, methodological tools.

1. Introducción

El siguiente trabajo tiene como propósito analizar y presentar de manera amplia y precisa el tema de sistemas y su enfoque desde el punto de vista de diferentes autores y facilitar así el proceso de interpretación del tema que puede llegar a ser algo ambiguo, no solo en el tipo de lenguaje técnico que se utiliza en los materiales utilizados sino en el simple hecho que es un tema poco tratado y que en nuestra carrera servirá para la comprensión de algunos apartados en algún curso como cálculo o física.

El trabajo se divide en cuatro apartados, el primero resalta las definiciones de sistema complejo por varios autores, el segundo se refiere a los tipos de estos sistemas; después se atiende las características y en cuarto lugar se aborda el tema de solución de problemas con enfoque a estos sistemas.

2. Estado de arte

- I. Sistemas complejos, una perspectiva contemporánea, de Figueroa. En este artículo se centra en la definición del concepto de sistemas complejos, características y los diferentes tipos en que se dividen.
- II. Aplicación de sistemas complejos, de Larazo. En este artículo se ejemplifica los distintos campos en que se aplica este concepto como ecuaciones en cálculo y muchos más.
- III. Enfoque de sistemas, de <http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf>. El artículo explica la resolución de problemas de la vida cotidiana con respecto al estudio de sistemas complejos.
- IV. El enfoque de sistemas y de contingencias aplicado al proceso administrativo, de Velásquez. Trata de una reflexión sobre el proceso administrativo de las organizaciones (las funciones de planeación, organización, dirección o influencia y control) desde la perspectiva del enfoque de sistemas y de contingencias

2.1 Definiciones del autor

Un sistema complejo se entiende:

Como una clase de problemas en donde a) la cantidad de variables en interacción sea muy grande; b) interacción de variables sea poca, no podemos resolver con nuestros actuales procedimientos matemáticos o teórico, c) el conocimiento de las partes de las partes de un fenómeno no sea suficiente para conocer y explicar su comportamiento al integrarse como un todo. (Figueroa, 2008, p.6)

Un conjunto de elementos que interactúan con un objetivo en común. Está integrado por objetos o unidades agrupadas que, constituye a un todo lógico y funcional. (Laroze, 2016, p.365)

Esta descrito por un conjunto de ecuaciones en el que sus variables están relacionadas de manera no lineal. El tipo de ecuaciones dependerá de si los sistemas son de naturaleza discreta (mapas) o continua (ecuaciones diferenciales). (Laroze, 2016, p.364)

La definición de Caos puede ser variado, pero la más acertada es:

Una subdisciplina (en el trabajo de Lorenz) que consiste en una serie de técnicas para el estudio de fenómenos del que si tenemos un mejor entendimiento, es posible introducir una serie de herramientas matemáticas, donde podemos encontrar formas especiales de orden. (Figueroa, 2008, p.9)

Los ejemplos de sistemas complejos (que son problemas en que tratamos de encontrar los elementos y conocerlas a detalle y se desarrolla como un conjunto) pueden ser:

Funcionamiento del cerebro, problema de contaminación de ciudades, ecosistemas en proceso de desequilibrio y problema de tres cuerpos en movimiento. (Figueroa, 2008.P.6)

El cuerpo humano, una empresa de negocios, etc. Existen sistemas cuyos elementos y objetivos son muy distintos, pero tiene el mismo tipo de interacción, este tipo de sistemas se dice que son estructuralmente semejante. (Laroze, 2016.P.365)

Según Velásquez (2000), *El enfoque de sistemas y de contingencias aplicado al proceso administrativo*, Estudios Gerenciales, (17), p.4:

Una organización está formada por un sistema ambiental externo y un sistema interno de relaciones que son interdependientes. Hay tres elementos en un sistema social: las actividades, son las tareas que la gente desempeña; las interacciones, ocurren entre las personas en el desempeño de dichas tareas, y los sentimientos, que desarrollan entre las personas.

De acuerdo con Laroze (2016) los sistemas lineales o complejos son importantes o tienen un enfoque importante en ingeniería porque:

Aparecen de forma natural como ejemplos es el campo de dinámica de fluidos y la electrónica. El primero fue el precursor de la ciencia no lineal. Se utilizó para estudios sobre inestabilidad al experimentar y comprender en el contexto de fluidos.

Se ha aplicado en un sinfín de áreas como en la ingeniería electrónica, que se ha testear de manera simple en circuitos. (Laroze, 2016.P.364)

3. Conceptos principales

3.1 Los tipos de complejidad

En donde sus unidades interactúan, se dividen en cinco categorías importantes que son:

- 3.1.1 Complejidad por cantidad de variables. Ejemplo: cerebro, una galaxia, la guerra, etc.
- 3.1.2 Complejidad por riqueza de las interacciones. Ejemplo: cerebro humano, problemas grandes de ciudades, problemas ambientales, etc.
- 3.1.3 Complejidad por auto organización. Ejemplo: fenómeno laser en física, fenómenos de tipo colectivo en ciencias sociales, la gravedad, partículas, células del corazón, etc.
- 3.1.4 Complejidad algorítmica. Ejemplo: problemas matemáticos; puede demostrar si no tiene una solución analítica o requiere de recursos de computación.
- 3.1.5 Complejidad por construcción matemática. La solución de los problemas se da por experimentación. (Figueroa, 2008.P.7)

4. Estudios de sistemas complejos

El estudio de los sistemas complejos no es más que una aproximación con aspectos arbitrarios, que es de utilidad para el estudio de fenómenos o de diferentes tipos de problemas.

4.1 Los fenómenos pueden ser abiertos o de elementos heterogéneos

De comportamiento local o global, individual o completo. Por eso las características de los sistemas complejos más certeras son:

- 4.1.1 *El estudio de una serie de fenómenos puede caracterizarse como complejo por sus propiedades y funcionamiento.*
- 4.1.2 *Serie de herramientas metodológicas y conceptuales. (análisis fractal, simulación dinámica, estadística multivariada, etc.)*
- 4.1.3 *Fenómenos genéricos: transición de fase, desarrollo cognoscitivo, masa crítica, tele conexiones.*
- 4.1.4 *Fenómenos genéricos de interacción entre elementos, en forma colectiva y automática.*
- 4.1.6 *Fenómenos genéricos de auto organización. (emisión de láseres)*
- 4.1.7 *Fenómenos genéricos de tipo cíclico o periódico. (turbulencia en líquidos, ciclos económicos, fluctuaciones en la distribución de estrellas y galaxias, etc.)*
(Figueroa, 2008.P.10)

Un enfoque de sistemas tiene como propósito:

Hacer frente a los problemas cada vez más complejos.

La necesidad del enfoque de sistema: señala que se enfrentan a múltiples problemas en la dirección de sistemas cada vez más complejos, se debe a que los elementos o partes del sistema están bajo estudio están íntimamente relacionadas, interactúan en el medio ambiente y con otros sistemas.

Algunos ejemplos son (<http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf>, sf)

:

- *Transporte.*
- *Una empresa.*
- *Sistema de información, etc.*

Niveles macro:

- *Pobreza.*
- *Delincuencia.*
- *Educación, etc.*

5. Un proceso de solución de problemas

Utilizando el enfoque, de acuerdo a la aplicación que se desea, de sistema se divide en:

5.1 Un subsistema formulación del problema tiene como función (<http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf,sf>):

Identificar los problemas presentes y los previsibles para el futuro, además de explicar la razón de su existencia y para su comprensión se divide de la siguiente manera:

- *Planteamiento de la problemática.*
- *Investigación de lo real.*
- *Formulación de lo deseado.*
- *Evaluación y diagnóstico.*

5.2 Un subsistema identificación y diseño de soluciones su propósito es (<http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf,sf>)

:

Planear y juzgar las formas de intervención, así como la elaboración de los programas, presupuestos y diseños requeridos:

- *Generación y evaluación de alternativo.*
- *Formulación de bases estratégicas.*
- *Desarrollo de la solución.*

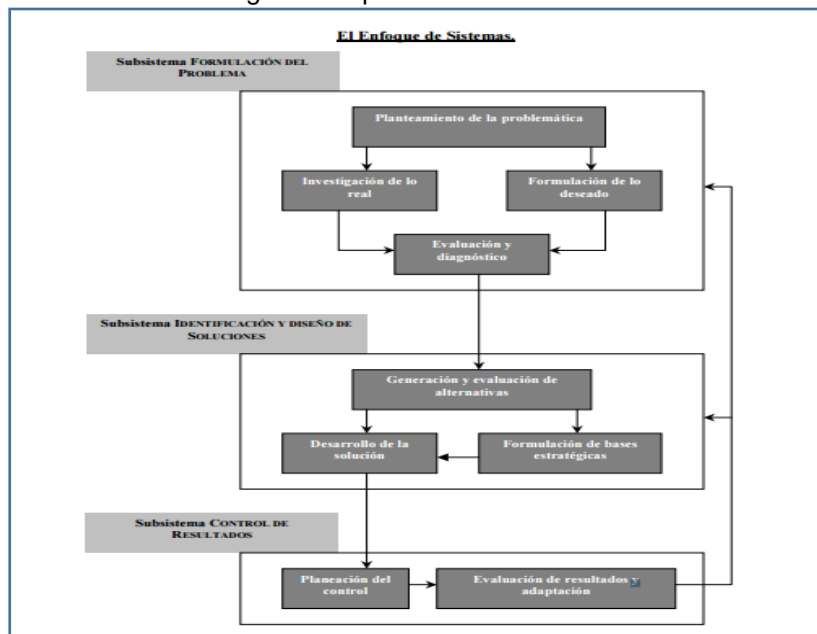
5.3 Un subsistema de control de resultados es (<http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf,sf>):

Plan estrategia o programa al detectar errores, omisiones, cambios en el medio ambiente, variaciones.

- *Planeación del control.*
- *Evaluación de resultados y adaptación.*

En la figura 1 se muestra un esquema del enfoque de sistemas, dividido en subsistemas de formulacion del problema, subsistemas de identificación y diseño, y subsistema de control de resultados con sus respectivos pasos.

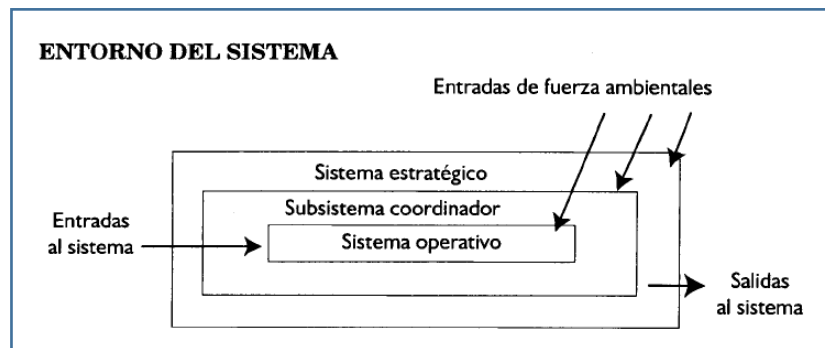
Fig. 1 Enfoque de sistemas



Fuente: <http://dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAIL.5.pdf>

En la figura 2 se muestra a una organización como un sistema complejo, y este a la vez se divide en subsistema operativo, que es el que tiene relación directa con la racionalidad económica técnica, el nivel estratégico se enfoca a aspectos con un alto grado de incertidumbre en términos de entradas del entorno sobre las cuales se tiene poco o ningún control y el nivel coordinativo que opera entre el operativo y el estratégico y sirve para coordinar a los dos.

Figura. 2 Una organización como Sistema complejo.



Fuente: Velasquez (2000)

6. Metodología

La metodología que se siguió fue la siguiente:

6.1 **Planteamiento del problema:** en Guatemala muchas veces los estudiantes al ejercer en su profesión no saben conceptos importantes para su carrera, tal es el ejemplo para los estudiantes de ingeniería que la mayoría del tiempo solo se centran en la práctica y no en la teoría, la cual es una parte esencial. Un tema poco tratado es sistemas complejos y es por ello que es necesario aclarar y definir que es este concepto; de lo contrario, si no se analiza y se explica a fondo el estudiante pueden parecerle difíciles algunos temas de algún curso aplicable como planeación o física.

6.2 **Componentes del sistema:** sistema físico, sistema social y sistema psicológico.

6.3 **Diseño de preguntas:** las preguntas elaboradas fueron 8, fueron cerradas, por medio de encuestas.

6.4 **Muestreo inicial:** se entrevistó a diez personas de edades entre 19 a 23 años, del género femenino y masculino y de las carreras diversas de ingeniería.

6.5 Formulas estadísticas:

Según http://www.ditutor.com/estadistica/desviacion_estandar_y_media_aritmetica.html:

La media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N} \quad \text{Ecuación(1)}$$

La desviación estándar o desviación típica es la raíz cuadrada de la varianza. Es decir, la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las puntuaciones de desviación.

La desviación estándar se representa por σ .

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Ver **Anexo 1.1**

7. Resultados

7.1 Análisis estadístico

En la tabla1 se muestra (de izquierda a derecha) el rango de edad de los encuestados, seguida por el número del intervalo de cada edad, le sigue la columna de la diferencia entre el valor X y la media y en la última columna es el resultado de lo anterior al cuadrado.

Tabla 1 Tabla de valores de edades, media y desviación estándar.

Edad	No.	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
19	1	-2.4	5.76
20	2	-1.4	1.96
21	2	-0.4	0.16
22	2	0.6	0.36
23	3	1.6	2.56
Total	10	-2	10.8

Fuente: elaboración propia.

7.2 Cálculos

A continuación se muestra la aplicación de la formula general de la media aritmética y desviación estándar en base a los datos de la tabla1.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} = (19+20(2)+21(2)+22(2)+23(3))/10 = 21.4$$

Ecuación (3)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}} = (10.8)/9 = 1.2$$

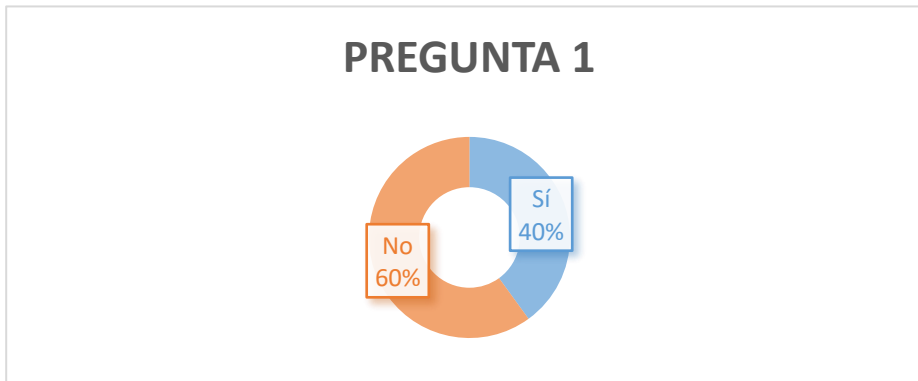
Ecuación (4)

7.3 Resultados gráficos

En la gráfica se muestra que la mayoría de los (el 60%) desconoce sobre los sistemas complejos del ser humano, mientras que el otro 40% conoce sobre estos.

Gráfica 1

¿Conoce sobre los sistemas complejos del ser humano?

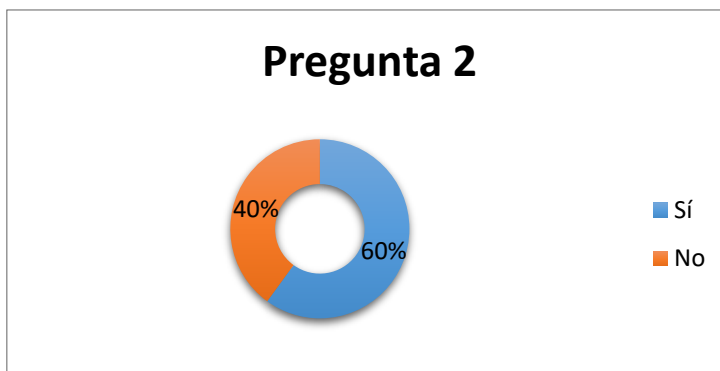


Fuente: elaboración propia.

El 60% de las personas encuestadas realiza deporte con frecuencia, mientras que el 40% no lo realiza.

Gráfica 2

¿Realiza deporte con frecuencia?

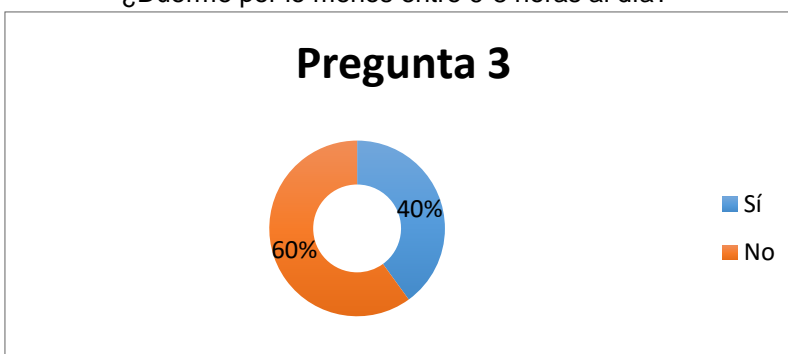


Fuente: elaboración propia.

De los encuestados, el 60% respondió que duerme menos de las 6 horas, mientras que el otro 40% si duerme de 6 a 8 horas.

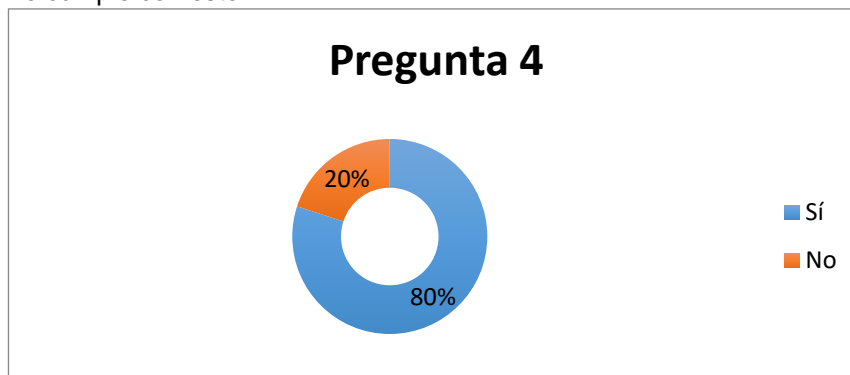
Gráfica 3

¿Duerme por lo menos entre 6-8 horas al día?



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se muestra que el 80% de las personas respondió que si realiza sus tres tiempos de comida, y por lo tanto el otro 20% no cumple con esto.

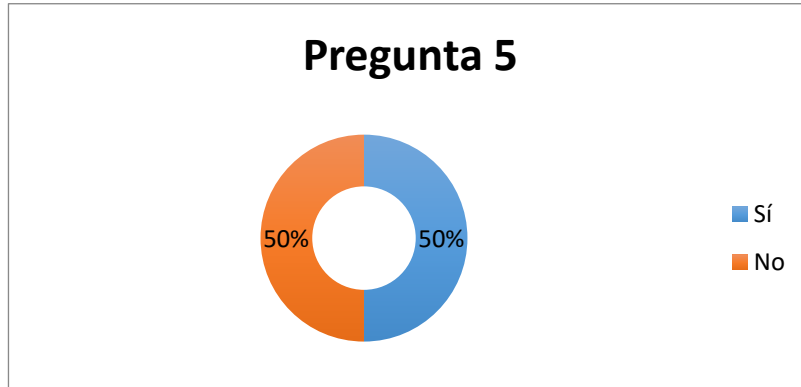


Gráfica 4

¿Realiza los tres tiempos de comida?

Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número cinco, los encuestados contestaron que su alimentación si es adecuada (50%), mientras que la otra mitad de la población dijo que no lo era.



Gráfica 5

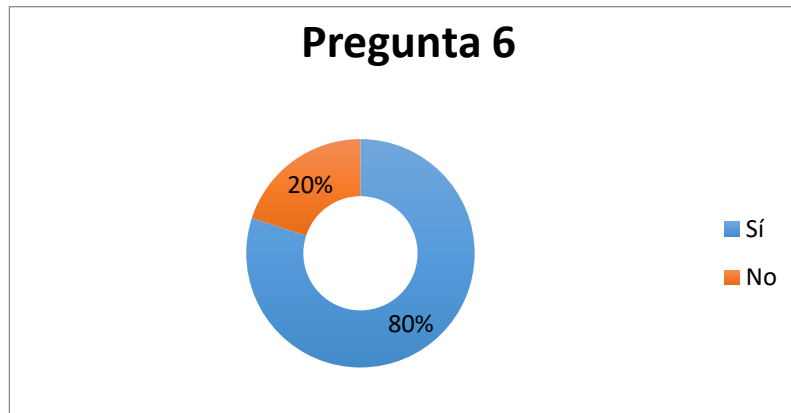
¿Considera que su alimentación es adecuada?

Fuente: elaboración propia.

Según el encuestado el 80% es de facilidad adaptarse a nuevos ambientes, mientras que el otro 20% les es más difícil.

Gráfica 6

¿Le es fácil adaptarse a nuevos ambientes?

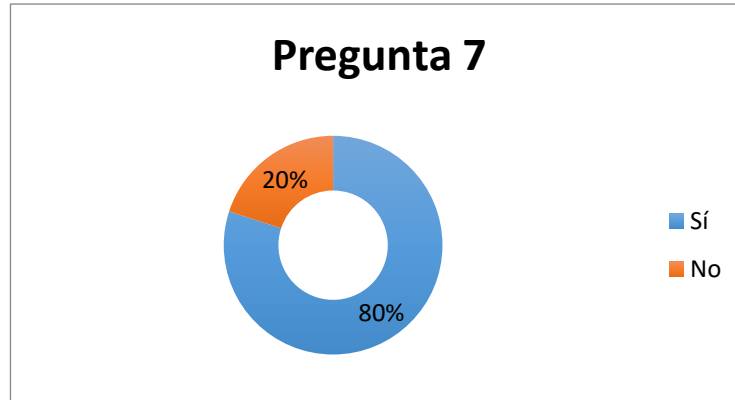


Fuente: elaboración propia.

El 80% de los encuestados respondió que sí saben manejar el estrés de la vida diaria, mientras que el 20% se estresan más.

Pregunta 7

¿Sabe manejar el estrés que conlleva la vida cotidiana en la ciudad?

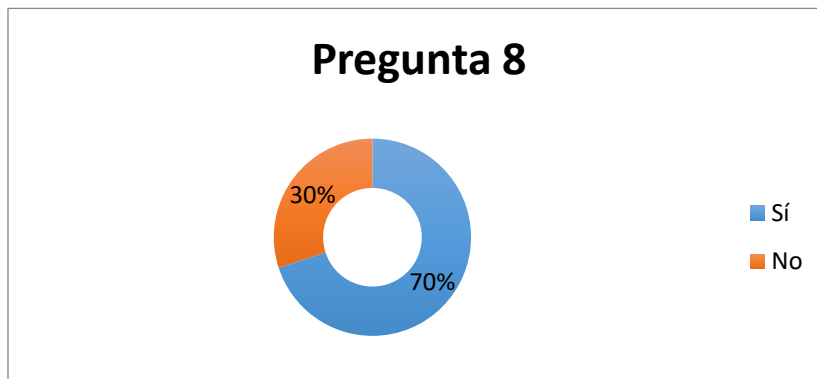


Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se muestra que el 70% de los encuestados se siente motivado para realizar sus actividades desde que empieza el día, mientras que el 30% no tienen esa motivación.

Pregunta 8

¿Al empezar el día, se siente motivado para realizar sus actividades?



Fuente: elaboración propia.

7.4 Principales resultados

Como resultado del análisis de graficas se comprobó que la mayoría de los estudiantes de la universidad Mariano Gálvez, desconoce sobre los sistemas complejos del cuerpo humano, realiza deporte con frecuencia, duermen menos de las seis horas, si comen en sus tres tiempos, su alimentación es adecuada, son adaptables, si manejan las situaciones ante el estrés y son motivados de alguna forma para la realización de sus actividades diarias.

I. Conclusiones

El trabajo se divide en cuatro apartados, el primero resalta las definiciones de sistema complejo por varios autores, el segundo se refiere a los tipos de estos sistemas; después se atiende las características y en cuarto lugar se aborda el tema de solución de problemas con enfoque a estos sistemas.

Los artículos utilizados tratan en general de sistemas complejos, su enfoque así como ejemplificación en una organización.

El desarrollo de nuevos instrumentos metodológicos y la utilidad que tiene el enfoque.

Categorías de los tipos de sistemas complejos.

Fenómenos pueden ser abiertos o heterogéneos.

Para solución de problemas, los sistemas se dividen en subsistemas.

Utilización de tablas para la realización de media aritmética y desviación estándar.

Aplicación de gráficas para representación de datos.

La alimentación y dormir bien son factores que afectan negativamente o positivamente al cuerpo.

II. Referencias:

- Figueroa, J. (2008). *Los sistemas complejos: una perspectiva contemporánea*. Rev. del centro de Inv. (8), pp 5-13.
- Laroze, D. (2016). *Sobre la importancia de sistemas no lineales en ciertas ciencias e ingeniería*, Rev. chilena de ingeniería (24)3, pp.364-365.
- UNAM (1993) *El enfoque de sistemas para la toma de decisiones*. Disponible en: dicyg.fi-c.unam.mx:8080/sistemas/publicaciones/TEMAII.5.pdf [Accessed 5 Apr. 2017].
- Velásquez, F. (2000). El enfoque de sistemas y de contingencias aplicado al proceso administrativo. *Estudios Gerenciales*, (77), pp.27-40.

Anexos

1.1



Universidad Mariano Gálvez de Guatemala
Ingeniería industrial "B"
Comunicación científica y reportes de la investigación

Encuesta

Instrucciones: responda las siguientes preguntas marcando con una "x" según su criterio.

Género: F M Carrera: _____ Año que cursa: _____
Edad: _____

1. ¿Conoce sobre los sistemas complejos del ser humano?
 Sí No
2. ¿Realiza deporte con frecuencia?
 Sí No
3. ¿Duerme por lo menos entre 6-8 horas al día?
 Sí No
4. ¿Realiza los tres tiempos de comida?
 Sí No
5. ¿Considera que su alimentación es adecuada?
 Sí No
6. ¿Le es fácil adaptarse a nuevos ambientes?
 Sí No
7. ¿Sabe manejar el estrés que conlleva la vida cotidiana en la ciudad?
 Sí No
8. ¿Al empezar el día, se siente motivado para realizar sus actividades?
 Sí No

Revisado
11 de mayo
2017
[Signature]

