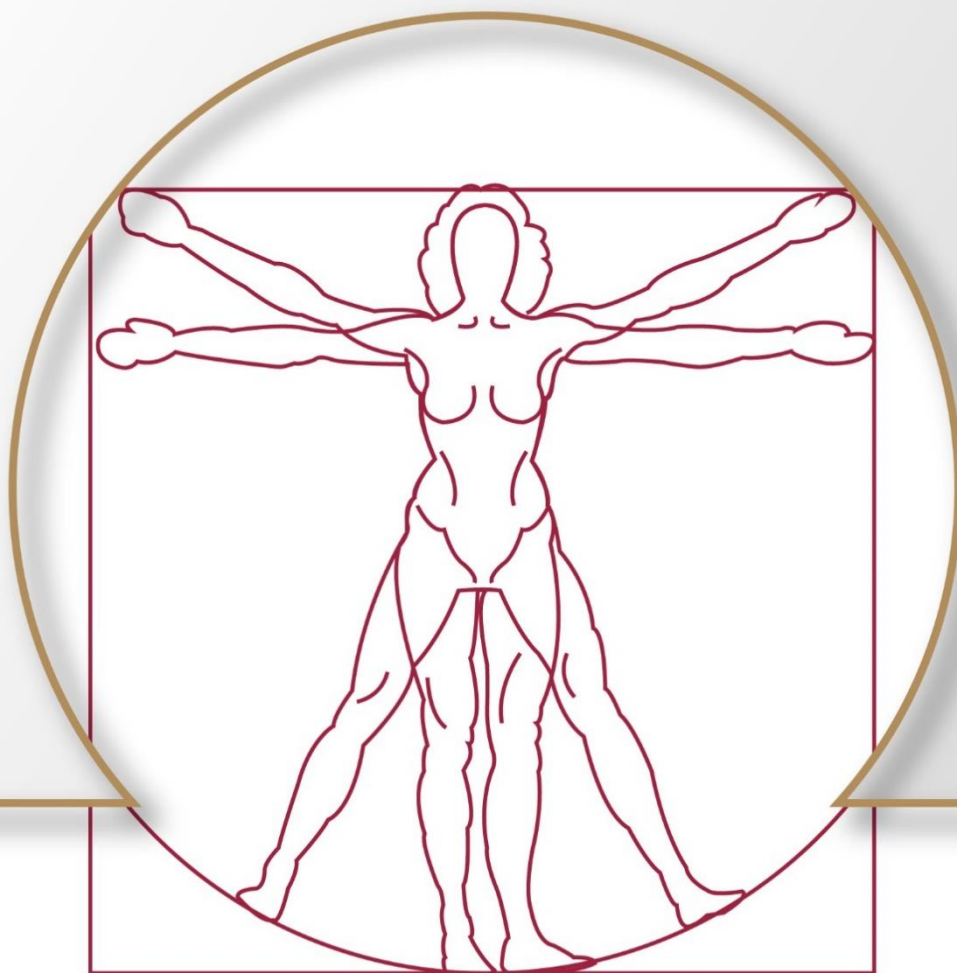




EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARÍA DE
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
COORDINACIÓN SECTORIAL DE
FORTALECIMIENTO ACADÉMICO



Cápsula 3. Biomateplanet

EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO

EN LA FORMACIÓN HUMANA DEL SIGLO XXI

*Programa para formación, actualización y capacitación de
maestras y maestros tipo Medio Superior*





ÍNDICE

Meta de aprendizaje.....	3
Introducción.....	3
Huracanes.....	4
Caos.....	11
Geometría fractal	13
Complejidad.....	20
Reflexión final de cápsula 3.....	23
Foro: periódico mural.....	25
Cierre.....	26
Referencias.....	26





Meta de aprendizaje

Identificarás la naturaleza de las predicciones estadísticas debido a la incertidumbre, a través del abordaje de algunas investigaciones recientes en diversas áreas del conocimiento o nuevas tecnologías, donde la matemática juega un papel importante en relación con los nuevos significados del conocimiento, con la finalidad de que tengas algunos elementos que te empoderen y promuevas una actitud positiva en tus estudiantes hacia el pensamiento matemático.

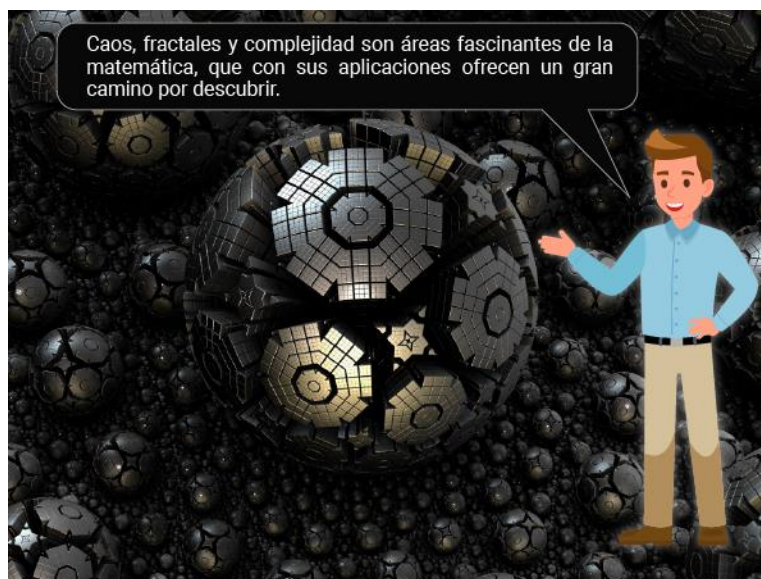


3

INTRODUCCIÓN

En esta cápsula visualizarás a la matemática trabajando en la predicción del clima y podrás identificar su impacto en sistemas biológicos, en particular del cuerpo humano.

Se abordarán algunas preguntas que aún no tienen respuesta, o por lo menos, no una exacta. De esta manera, confirmarás que el ser humano tiene que seguir investigando, preguntándose y continuar elaborando hipótesis a fin de comprobarlas.



También observarás la presencia del *caos* y la *complejidad* en las ciencias sociales. La franja entre filosofía y matemática se vuelve borrosa en estos terrenos, como consecuencia, comprenderás la aportación del pensamiento matemático en la búsqueda de respuestas a todo tipo de cuestiones a través de la construcción de conocimiento, ya que el pensamiento lógico da un orden en la argumentación al hablar y pensar, lo que permite, estructurar y volver a replantear una pregunta, idea o conjetura de partida, por una de mayor nivel de complejidad.

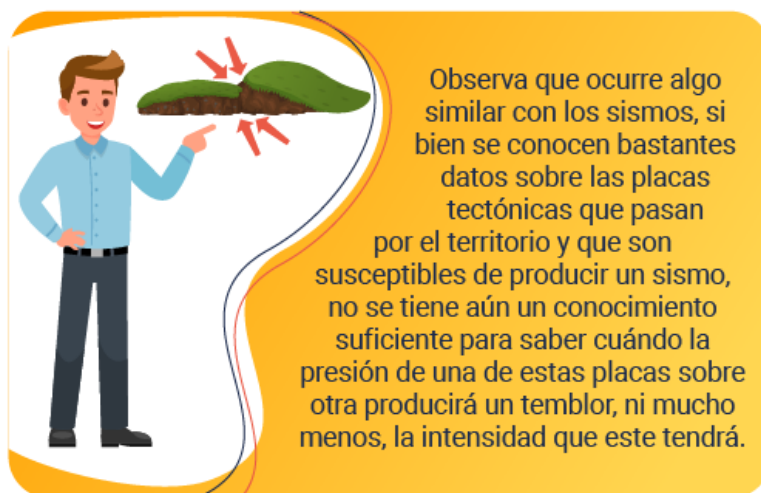
Para comenzar a abordar el tema del caos, revisa antes el tema de los huracanes, más adelante comprenderás por qué estos temas están relacionados.

HURACANES

Recordaras que en plena pandemia, un huracán azotó los estados de Tabasco, Chiapas y Veracruz, muchas maestras y maestros compartieron sus experiencias sobre la desesperación e impotencia que significó para ellos enfrentar la pandemia y el azote del huracán al mismo tiempo. Entonces, este fenómeno climático no es ajeno ni lejano a los mexicanos.

Hasta el día de hoy, si bien es posible estimar el número de huracanes que podrían suceder en el Océano Atlántico y en el Océano Pacífico así como la probabilidad de que impacten en el territorio mexicano durante la llamada época de los huracanes, no se puede determinar con exactitud el número ni el lugar exacto donde ocurrirán.

4



La velocidad con la que los conocimientos científicos y los desarrollos tecnológicos avanzan es cada vez mayor, sin embargo, todavía existen muchas cuestiones para las cuales no hay, aún, una respuesta absoluta, sobre todo si de **predecir** se trata.

Predecir con exactitud el compartimiento de un fenómeno es de gran utilidad, podríamos prevenir y tener así, el mínimo número de pérdidas y daños. Visualiza un ejemplo de lo anterior.

Por ejemplo, ¿no te gustaría que al ir doctor, éste te colocará sensores no invasivos sobre tu cabeza o cuerpo y después pasará un escáner para saber dónde sientes dolor y con qué intensidad lo sientes? Sin embargo, esto aún no ocurre, el médico siempre tiene que preguntarte dónde te duele y qué tanto te duele en una escala del 1 al 10 para determinar la intensidad de tu dolor.



5

HURACANES

Gilberto y Emily

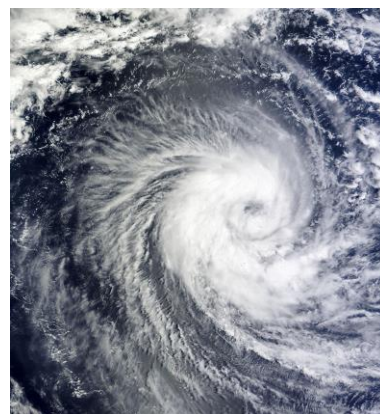
Para abordar el tema de los huracanes, revisa los casos de Gilberto y Emily.

¿Lo recuerdas? ¿sabías de su existencia?

El caso del huracán Gilberto representa una verdadera tragedia, ya que nunca se supo con exactitud el número de personas que perdieron la vida.



Los **huracanes** son ejemplos en donde el **caos** está presente, y este juega un papel importante en el destino de la humanidad.





HURACÁN HILBERTO

Recordando algunos datos sobre el huracán Gilberto, considerado por su intensidad el huracán del siglo (del siglo XX), se formó el 8 de septiembre de 1988 y se elevó a tormenta tropical al día siguiente. Para el 10 de septiembre era ya un huracán de categoría 3, en su trayecto hacia Jamaica, y al pasar por las Islas Caimán, era un huracán de categoría 5 con vientos sostenidos de 200 km/h, no hizo mucho daño en las islas gracias a que su paso fue bastante rápido.

El fenómeno duró nueve días y alcanzó vientos sostenidos por más de un minuto de 296 km/h. Solamente el huracán Allen ha tenido vientos mayores con una velocidad de 305 km/h.

El 14 de septiembre toca la península de Yucatán entrando por Cozumel, con vientos sostenidos de 287 km/h y ráfagas de 340 km/h.

A las 19:00 horas del 14 de septiembre, abandona la península por Telchac con vientos de 185 km/h y ráfagas de hasta 220 km/h; entra al Golfo de México para llegar después a Tamaulipas, tocando tierra cerca de La Pesca el 17 de septiembre de 1988. Llega a Monterrey ese mismo día con vientos sostenidos de cerca de 100 km/h y de allí se va a Texas donde llega con vientos sostenidos de 95 km/h provocando una gran cantidad de tornados y haciendo que se declare zona de desastre.

 genially

SIGUIENTE →

← ATRÁS

SIGUIENTE →

LAS CONSECUENCIAS

Se estiman 433 muertes provocadas por este huracán y pérdidas de hasta 5,000 millones de dólares estadounidenses de 1988 (para estimar las pérdidas de este huracán, recuerda que debes traer los dólares americanos de 1988 al día de hoy, esto último se vio en la cápsula 1).

También se estima que nuestro país dejó de percibir 2,000 millones de dólares provenientes del turismo, que en ese año no visitó estados del país, principalmente Cancún y Quintana Roo.

Debido a los daños que causó Gilberto, nunca más se volvió a utilizar dicho nombre para designar a los huracanes. Solamente ha habido un huracán que lo ha superado, Wilma, en el Atlántico, en octubre del 2005.



Perdida de vidas



Perdidas económicas

8

← ATRÁS

×

INICIO

30 AÑOS: LA NOCHE MÁS LARGA

Te invitamos a revisar el video “La noche más larga”, para conocer más sobre el huracán Gilberto.

Huracán Gilberto 30 años: La noche más larga.

Ver más ta... Compartir

EN EL OJO DEL HURACÁN GILBERTO
Reviven la tragedia de hace 30 años

genially

Para más información **revisa en plataforma** el video “Huracán Gilberto 30 años: La noche más larga”.

<https://www.youtube.com/watch?v=9VZWytS6Ilk>

HURACÁN EMILY

SIGUIENTE →

Para la comunidad matemática un huracán significativo fue Emily, pues pasó por la península de Yucatán justo cuando se estaba llevando a cabo en Mérida la Olimpiada Internacional de Matemáticas donde participaron 96 países.

Emily se formó el 11 de julio de 2005, entró a la península de Yucatán el 18 de julio por Cozumel con vientos de 215 km/h y olas de más de siete metros de altura. Este huracán dejó pérdidas calculadas en mil millones de dólares americanos de la época. La velocidad máxima de vientos sostenidos fue de 260 km/h.



← ATRÁS

PRONÓSTICOS

INICIO

Quando un huracán está en curso, las noticias muestran gráficas como la siguiente:



Observa bien lo que se muestra en la gráfica, en ella se señala la ruta que seguirá el huracán.

Así se pronostica como se desplazará el ojo del huracán en las siguientes horas; de acuerdo a los datos del momento de la observación (los datos iniciales) y al modelo matemático que se usa para esta predicción. Sin embargo, colocan un globo que se va haciendo más gordo cuanto más avanza el tiempo a partir del momento de la observación.

Importante: Análogamente, si se prevé que tocará tierra, la predicción de la categoría con la que lo hará y la velocidad de los vientos con los que se espera que arrive, son ejemplos de fenómenos donde el **caos** juega un papel importante.

genially

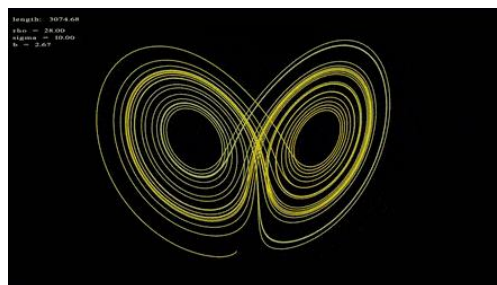
CAOS

Una vez que se comprenden las consecuencias graves que genera el cambio climático, se está preparado para entrar al terreno del *caos*. Para iniciar con las ideas centrales de esta cápsula, revisa el siguiente video, se te sugiere ir haciendo notas de las ideas más importantes.



Para más información **revisa en plataforma** el video "El CAOS gobierna el COSMOS".

La ciencia del Efecto Mariposa



A Edward Norton Lorenz (1938-2008) se le atribuye el inicio del estudio del Caos.

11

<https://www.youtube.com/watch?v=8QpblRyur-o>

El video anterior nos introduce al concepto de los sistemas caóticos; de manera intuitiva explica que, ***si hay un cambio mínimo en las condiciones iniciales dentro de un sistema exacto matemático, se dará lugar a grandes cambios en el resultado final.*** Sí, el orden genera caos.

Esto se suele ejemplificar con la frase:



Sin embargo, como viste en el video esta frase no representa exactamente el significado del concepto de **caos**.

CAOS

El caos no sólo representa el estudio de un proceso complejo matemático, sino también es un tema social, porque está presente en la vida cotidiana de las personas, sí, el caos está presente en las decisiones que diariamente tomas. Revisa el siguiente video, es una entrevista a James A. Yorke, quien ilustra maravillosamente lo anterior.



Para más información **revisa en plataforma** el video “Entrevista con James Yorke, el padre de la Teoría del Caos”.

<https://www.youtube.com/watch?v=CBj70zSjKx4>

12

¡Súper interesante! ¿no lo crees? Comparte con tus estudiantes este video y discutan en clase el tema del caos, que como has visto no es un exclusivo de las matemáticas, ya que actualmente muchas disciplinas lo estudian, incluyendo las humanidades.

¿En qué tema de tu disciplina se encuentra el caos?



Si eres una o un docente con mucha curiosidad y quieres profundizar aún más sobre el caos y cómo es estudiado en el campo de las matemáticas, consulta el video siguiente.



Para más información **revisa en plataforma** el video “La Ciencia del Efecto Mariposa”.

<https://www.youtube.com/watch?v=glwvFMiJNVU&t=1s>

GEOMETRÍA FRACTAL



¿Te gustan los fractales? Son figuras que reflejan una geometría hermosa, los fractales están presentes en la naturaleza.

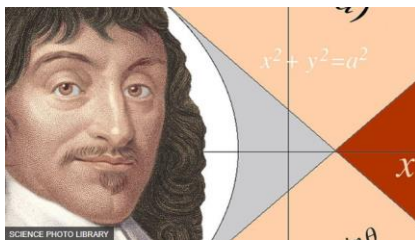
Pero los fractales son más que bellas figuras, reflejan la complejidad de cosas, mismas que por su naturaleza son difíciles de medir, hubo un matemático que descubrió lo anterior y es considerado como el *Padre de la geometría fractal*, nos referimos a Benoit B. Mandelbrot. Revisa el siguiente video para que visualices aquello que descubrió.



Para más información **revisa en plataforma** el video "Divulgatoons UMH - Capítulo 1: La geometría fractal".

https://www.youtube.com/watch?v=k1TAhPxZH_Y

De acuerdo al video, puedes ver la relación existente entre geometría fractal, caos y complejidad.



La historia del desarrollo de la Geometría es uno de los ejemplos más representativos de como el pensamiento matemático ha evolucionado a lo largo del tiempo.

GEOMETRÍA FRACTAL

Benoît Mandelbrot fue un matemático francés que nació en el año 1924 y falleció en el año 2010. Estudió durante la segunda guerra mundial, por lo que su educación no fue convencional, lo anterior le permitió pensar de forma distinta a las personas que suelen tener una educación tradicional. Por otro lado, tenía una gran visión e intuición geométrica.

Es muy interesante escucharlo hablar sobre los fractales, te aseguramos que no te arrepentirás. ¿Quieres escucharlo? Da clic en el siguiente video.



https://www.ted.com/talks/benoit_mandelbrot_fractals_and_the_art_of_roughness

Para más información
revisa en
plataforma el
video "Fractals
and the art of

La geometría fractal es agradable visualmente, es bonito ver ejemplos de fractales y hay algunos con lo que puedes divertirte haciendo analogías, como: *¡es eterno comer brócolis y coliflores!*

Como puedes observar la geometría no es aburrida ni difícil, imagina todo lo que aprendería una niña o un niño en su educación inicial a través de la geometría fractal y las fortalezas que le daría a su formación futura.



GEOMETRÍA FRACTAL

Los fractales en el cuerpo humano.

Los fractales también se encuentran en el cuerpo humano. Resulta interesante mostrar a tus estudiantes **la anatomía del pulmón**, además de observar hoy en día las complicaciones que se dan a causa del COVID-19, puedes mencionarles también lo que ocurre cuando la nicotina va obstruyendo los alvéolos pulmonares debido al consumo de cigarro.

El objetivo del recurso anterior es que analices algunas ideas de la **complejidad**, que como ya se dijo, no es exclusivo de la matemática sino de muchas disciplinas y te replantees situaciones complejas de tu propia disciplina que aún no tienen una respuesta definitiva y las compartas con tus estudiantes.



¡Así estarás realizando la transversalidad de conocimientos a través del pensamiento matemático!

Visualiza el siguiente recurso y revisa con cuidado cada sección.

15

<https://drive.google.com/file/d/1ORTicRrt7x1azbqzRpVGE2phpneT9XoN/view>

Fractales en el cuerpo

Revisa en el siguiente video las partes que conforman el sistema respiratorio, sin embargo, pon especial atención en las ramificaciones que en él existen (pulmones, bronquiolos, alveolos y capilares), pues **forman fractales** y son tan parecidos como se puede, ya que las ramificaciones de nuestros pulmones no son infinitas.

Da clic para reproducir el video.

Da clic para avanzar.



Los beneficiarios de la Secretaría de Educación Pública pueden copiar, distribuir, exhibir y representar el presente material, siempre y cuando reconozcan y citen la obra.



Da clic para
regresar.

¡Aquí un dato sorprendente!



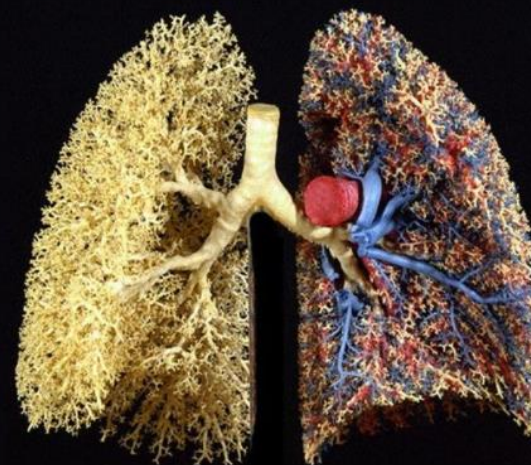
Da clic para
avanzar.

El volumen de los pulmones es de 4 a 6 litros, su superficie es aproximadamente de 70 a 100 metros cuadrados, casi media cancha de tenis.

Si miras a los pulmones como un fractal, entonces tendría una dimensión fractal entre 226 y 227 metros cuadrados.

Observa a detalle la imagen, ya que de ella y de los datos presentados aquí, se puede concluir que:

Los fractales tienen la capacidad de llenar un espacio mayor que su dimensión topológica, de cierta forma, esconden la mayor parte de su magnitud y complejidad en espacios pequeños.



Pulmones humanos (con sistema circulatorio a la izquierda).
Fotografía de Ewald Weibel, Institute of Anatomy,
University of Berne.

Caso médico

Da clic para regresar.

Da clic para avanzar.

Cuando una persona va a ver al cardiólogo, además de tomar la presión y el número de palpitaciones por minuto, en muchas ocasiones, el médico toma un electrocardiograma y viendo las gráficas del mismo, observa el funcionamiento del corazón.



Los médicos deben aprender a observar las gráficas que muestran un problema en el funcionamiento del corazón del paciente.

Existe el caso de un paciente que fue al médico, sin embargo, el médico no notó nada extraño, por lo que no le diagnosticó ningún padecimiento grave. Al poco tiempo, el paciente tuvo un infarto.



Se puede pensar que el médico cometió un error, sin embargo, a veces no existen errores por parte de los médicos al leer un electrocardiograma. El problema es que la medicina y sus instrumentos no han alcanzado el saber absoluto de los acontecimientos, por lo que, en algunas ocasiones, las gráficas pueden mostrar datos de un corazón aparentemente "sano".

¿Hay alguna información que el electrocardiograma pueda darnos y que no sea tan fácil de observar pero que pueda ser preventiva contra algún problema de corazón del paciente?

genially



Da clic para regresar.

Entrando en lo complejo...



Da clic para ir a inicio.

Como viste en el caso médico anterior (pero también en los casos de huracanes y sismos), los aparatos que actualmente ayudan a predecir eventos, son limitados, y por ende, deben seguir siendo perfeccionados, **¿cómo mejorar algo para que alcance la perfección? ¿cuál es el punto final de perfección?** Es ahí donde el ser humano se adentra en un mundo complejo, pues tales cuestiones a las que nos lanza el pensamiento matemático (medición), terminan siendo también filosóficas.

Revisa el siguiente el siguiente fragmento de la conferencia "Matemáticas y Biología: un enfoque complejo", impartida por el Dr. Alejandro Frank en el Instituto de Matemáticas de la UNAM en el evento El futuro de la ciencia: especulaciones y certezas que se llevó a cabo en 2018, sobre la medición de los fractales, que como has visto, son elementos hermosos pero complejos de medir.



genially

El futuro de la ciencia: especulaciones y certezas

Matemáticas y Biología, una visión compleja-1

Congreso en celebración del 60 aniversario del maestro José Antonio de la Peña

Instituto de Matemáticas, UNAM

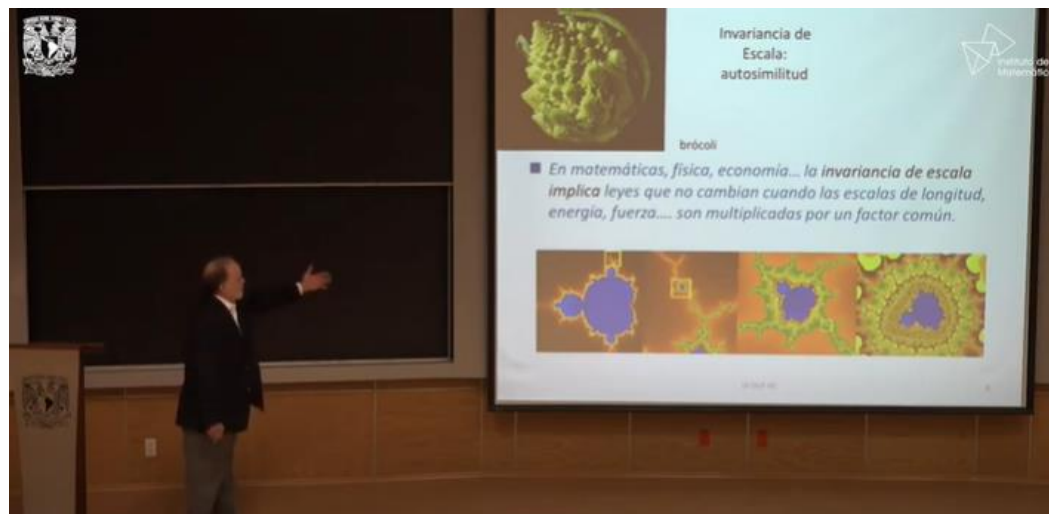
11 al 14 de septiembre de 2018

www.elfuturodelaciencia.matem.unam.mx

Conferencia

Matemáticas y Biología, una visión compleja

Alejandro Frank,
ICN y CCC, UNAM



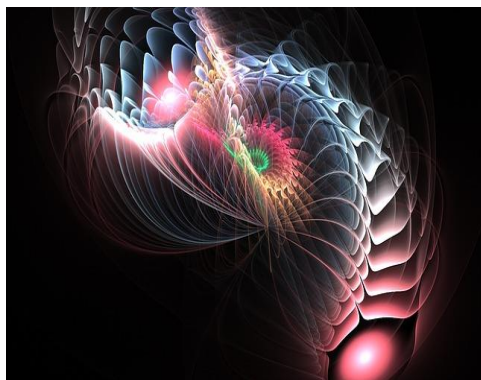
Para más información
revisa en
plataforma el
video
“Matemáticas y
Biología, una
visión compleja-1”.

19

<https://www.youtube.com/watch?v=VTnFRRSNqLk>

El avance tecnológico en el ámbito de la medicina, permite visualizar cada vez mejor, los fractales que se encuentran dentro del ser humano.

COMPLEJIDAD



Como has podido observar, la fractalidad, las simetrías y los sistemas complejos se encuentran en la naturaleza. Pero, ¿qué es la complejidad?

Complejidad viene del latín *plexus*: entrelazado, trenzado, imbricado. La complejidad está en una gran cantidad de sistemas. Estos sistemas tienen estructuras jerárquicas que evolucionan, generando que se vuelvan más complejos, están caracterizados de variados grados de libertad e interacciones no lineales.

Revisa las siguientes definiciones.

20



“Los organismos vivos son compatibles con las leyes físicas y químicas de interacción de la materia, pero no son una consecuencia de ellas.”

Jaques Monod, 1970

“La materia no sólo interactúa, también se organiza. Conocemos las leyes físicas y químicas de interacción de la materia, pero desconocemos por completo sus leyes de organización.”

Albert Lehninger, 1982



Ahora revisa el esquema presentado en el siguiente video, para que observes fenómenos deterministas, fenómenos aleatorios y donde se encuentra la complejidad.



<https://www.youtube.com/watch?v=2pJxdyK4s58>

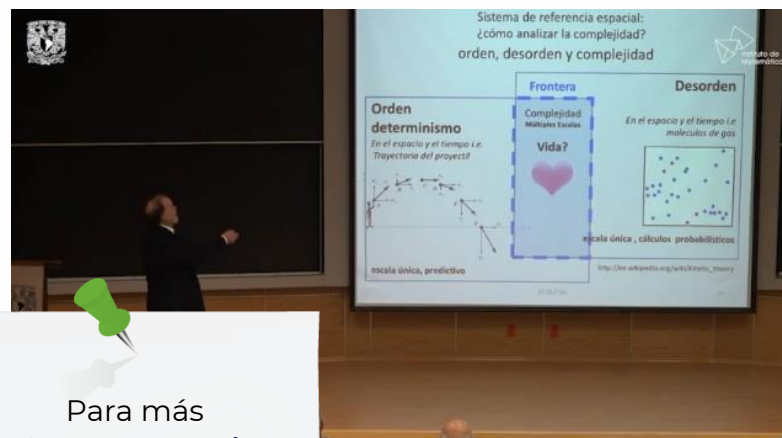
Para más información **revisa en plataforma** el video “Matemáticas y Biología, una visión compleja-2”.

COMPLEJIDAD

Criticalidad

Los sistemas vivos necesitan el equilibrio entre la robustez y la adaptabilidad, a este equilibrio se le llama *criticalidad*, la forma de analizarla es usando la transformada de Fourier, así es como Newton logró analizar los componentes de la luz. Quizá lo anterior te resulte complejo de entender, no te preocupes, revisa el siguiente video e intenta identificar la utilidad de este concepto.

21



Para más información **revisa en plataforma** el video "Matemáticas y Biología, una visión compleja-4".

https://www.youtube.com/watch?v=338Rd9_9C_A

Visualiza el ejemplo sobre la importancia de la criticalidad.

En la siguiente lámina puedes observar los puntos críticos entre el hielo y el agua, también entre el agua y el vapor. En estos puntos críticos la perturbación crece en cascada, es decir, cualquier perturbación se trasmite en todas las escalas.

PUNTOS CRÍTICOS Y TRANSICIONES DE FASE



¿Por qué pensar en LA CRITICALIDAD?

"Cuando la temperatura del sistema es precisamente la temperatura crítica (TC), algo extraordinario sucede: Para cualquier otra temperatura, perturbar el sistema solo afecta la vecindad cercana. A la TC la perturbación se propaga a todo el sistema. Aunque la interacción sea con los vecinos cercanos, la interacción alcanza al sistema completo."

Self- Organized Criticality de Henrik Jeldtoft

Una vez revisado el concepto, conoce 2 posibles casos donde puede servir la criticalidad.



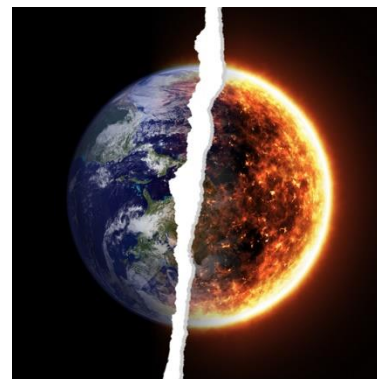
CASO 1

Se está trabajando en otras posibles aplicaciones, por ejemplo, en el análisis de fenómenos como erupciones volcánicas y terremotos, se cree que el sistema avisa cuando está cambiando de una fase a otra. La estadística de las fluctuaciones cambia cuando va a haber una transición de fase, parece ser que todas se alinean, igual que cuando en la bolsa de valores ante un fenómeno no usual, todos se alienan comprando alguna acción o

vendiendo.

CASO 2

Con datos que se tienen de las temperaturas de la tierra desde 1880, se hizo un análisis que mostró hechos sorprendentes, al parecer la tierra se comportaba como un ser vivo, pues en décadas pasadas se observó que había una armonía que hacía que la tierra se autoorganizara, sin embargo, en las últimas décadas este comportamiento había cambiado.



COMPLEJIDAD

Para concluir el contenido de esta cápsula, revisa el siguiente video, el cual de alguna forma resume la relación existente entre los temas vistos.



Para más información **revisa en plataforma** el video "CAOS Y COMPLEJIDAD ¿Un desorden ordenado?".

<https://www.youtube.com/watch?v=zrql6aTQgfk>

A lo largo de esta cápsula pudiste comprobar que el ser humano tiene más preguntas que respuestas y que su conocimiento sobre el mundo y la vida, es muy rudimentario. En realidad, es poco lo que conoce, pero es maravilloso el mundo de incertidumbre que se abre y obliga a las nuevas generaciones a seguirse cuestionando y a buscar respuestas, impulsando así, el desarrollo de las ciencias y la tecnología.



La investigación matemática no es una ciencia acabada y su complejidad radica también en que está conectada con otras disciplinas, el *caos* y la *complejidad* son temas que igualmente tocan tu disciplina. En ese sentido, el pensamiento matemático debe enseñarse a los estudiantes como un elemento formativo que trabaja en conjunto con otras ciencias para tratar de responder preguntas que el ser humano constantemente plantea, dotándolo de profundo sentido sobre su existencia y de los acontecimientos de su entorno.

REFLEXIÓN FINAL DE CÁPSULA 3

Esta cápsula tuvo como objetivo que conocieras algunas aplicaciones que tienen *los fractales*, *el caos* y *la complejidad*, dichas aplicaciones son producto de grupos de investigadores e instituciones que colaboran para buscar nuevos resultados que ayuden al ser humano a tener una mejor calidad de vida.



No obstante, es importante aprender y enseñar a vivir en comunidad, porque hasta ahora, los avances de los sistemas de predicción también han mostrado una preocupación en cuanto a la injerencia del hombre en los procesos naturales, por lo tanto, es necesario una cultura de paz, el cuidado y respeto al medio ambiente y al cuerpo, independientemente del área disciplinar que seas, trabaja con tus estudiantes bajo una postura cuya base sea el respeto, que busque la armonía en todos los sentidos, intenta desarrollar en ellos habilidades que les permitan valorar y disfrutar de todas las manifestaciones artísticas, para ello, la voz de tus estudiantes es fundamental.

24

Aunado a lo anterior, se debe promover el desarrollo y apertura a diversas formas de pensar, que den respuesta a la estructura de organización efectiva como seres humanos, en nuestras familias y en nuestra sociedad.

No se espera que hayas comprendido absolutamente todos los hechos o conceptos abordados a lo largo de esta cápsula, sin embargo, atendiendo a la lección del Dr. Jesús Alarcón (Papini) especialista en didáctica de las matemáticas:



"Hay que llevar al estudiante a que escuche una orquesta, sin pretender que con un primer acercamiento, ya pueda tocar como el primer violín. Tenemos que enseñar al estudiante la potencia de las matemáticas para solucionar problemas, a maravillarse con ello, aclararle al docente que con esto no va a evaluar el conocimiento del material expuesto; el docente debe promover y motivar el aprendizaje de las matemáticas en sus estudiantes."

FORO: PERIÓDICO MURAL



La actividad de esta cápsula consiste en participar en un foro, atendiendo a las cuestiones:

De acuerdo con tu experiencia, y al contexto de tus estudiantes, ¿qué conocimientos y/o conceptos del pensamiento matemático ya has identificado que puedes vincular en tu asignatura? ¿cómo lo vas a hacer?

¡Tú participación es muy valiosa, este periódico necesita de todas la voces y formas de pensar, para compartir como se ejecutará el recurso sociocognitivo: *Pensamiento matemático* en todas las escuelas de Educación Media Superior!

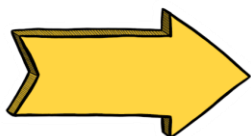
25

Ingresa a la plataforma para ver los pasos y participar.



Foro: Periódico mural

Para más información
participa en plataforma en el foro "Periódico Mural"



Participar en el periódico mural es opcional, ya que dicha actividad **NO es parte de la evaluación**, sin embargo, es un espacio para que compartas con tus colegas docentes (que quizá imparten tu misma asignatura) la forma de cómo implementarías el pensamiento matemático en tu aula.

CIERRE

¡Excelente trabajo!

Has concluido una cápsula más...

Para cerrar tu MOOC, en la última cápsula revisarás de manera general un poco sobre el papel del pensamiento matemático en la formación humana, así como los nuevos postulados de la Nueva Escuela Mexicana y del nuevo MCCEMS que se unen para hacer que este proyecto sea exitoso y logre su objetivo, a saber, que los estudiantes tengan una formación integral en el tipo Medio Superior.

¡Continúa así, estás a sólo una cápsula de concluir y obtener tu constancia!



REFERENCIAS:

Frank, Alejandro (11-14septiembre 2018). Matemáticas y Biología: un enfoque complejo [Sesión de conferencia]. Evento El futuro de la ciencia: especulaciones y certezas, Instituto de Matemáticas, UNAM. <https://paginas.matem.unam.mx/difusion/1FuturoCienciaFrank.mp4>

Madrid, C.M. (s.f.). Historia de la teoría del caos contada para escépticos. Cuestiones de génesis y estructura. Madrid, España: Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia. Universidad Complutense de Madrid. [versión en línea]. Recuperado el 29 de agosto del 2019, de <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA34/Carlos%20Madrid%20Casado.pdf>

Ramírez, M. P. (julio – diciembre, 2010). Teoría del Caos: una visión de su historia y actualidad, Revista del Centro de Investigación, 9 (34), pp. 41 -47. [Versión



en línea]. Recuperado el 29 de agosto del 2019, de
<https://www.redalyc.org/pdf/342/34215492004.pdf>

Spinadel, de, V. (2012). Forma y matemática II: fractales y forma. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Fadu.

Talanquer, V. (2010). Fractus, fracta, fractal: fractales, laberintos y espejos, México: FCE.

