



**Modelos cuantitativos
en ciencias de la vida y la Tierra**
Programa de estudio

Octubre de 2006



B @ UNAM

Asignatura: Modelos cuantitativos en ciencias de la vida y la Tierra

Plan:	2006	Créditos:	10
Bachillerato:	Módulo I	Tiempo de dedicación total:	80 horas
Carácter:	Obligatorio	Clave:	

Propósito general

Ante ciertos fenómenos de Biología, Física, Química y Medicina, el estudiante trabajará con algunos modelos matemáticos sencillos, ya sea aleatorios o de variación periódica o exponencial, para analizar de manera gráfica y analítica el comportamiento del fenómeno en cuestión y hacer predicciones sobre el mismo.

Requerimientos previos (conocimientos y habilidades)

De Matemáticas: manejo aritmético y conceptual de los números racionales, desempeño algebraico, concepto de función, manejo del plano cartesiano, relaciones trigonométricas. De Física: fenómeno físico, calor, transmisión de la electricidad, sonido, ondas electromagnéticas. De Biología: aspectos relativos a la herencia: gametos, alelos, caracteres dominante y recesivo, crecimiento de poblaciones; De Química: acidez, pH, radio isótopos, desintegración radiactiva. De Medicina: noción de impulsos eléctricos neuronales y del miocardio, flujo de gases en el sistema respiratorio, comportamiento hormonal. En cuanto a habilidades, el estudiante requiere haber avanzado a través de los cursos previos en todas las que se incluyen para el bachillerato, en particular, en la observación, la síntesis, el análisis, identificar las ideas relevantes, la interpretación de tablas y gráficas, encontrar lo desconocido a partir de lo que conoce, convertir una situación nueva o difícil a otra conocida o más sencilla.

Asignaturas relacionadas: *Álgebra y principios de Física, Física y su Matemática, Ciencias de la vida y de la Tierra I y II, Geometría analítica, Geometría y Geografía, Matemáticas y Economía, Medio ambiente y Bioética, Ciencias de la salud I y II, Modelos cuantitativos en investigación social.*

Perfil profesiográfico de los diseñadores del programa

Profesores con experiencia mínima de 5 años o equivalente en la enseñanza media superior, con licenciatura terminada en Matemáticas, Biología, Física, Química, y Medicina.

Perfil profesiográfico del asesor de la asignatura

Licenciatura y/o posgrado en: física, ingenierías y matemáticas. Se requiere experiencia mínima de 2 años como profesor de bachillerato y haber sido certificados como asesores de B@UNAM en la asignatura a impartir*.

* Se señala el perfil de los asesores con base en los nombres de las carreras en la UNAM. Para los casos de egresados de otras instituciones, el Comité Académico acreditará la suficiencia de la carrera correspondiente a partir de la revisión del plan de estudios del candidato.

Introducción

En el curso de *Modelos cuantitativos en ciencias de la Vida y la Tierra*, a partir de ejemplos de Biología, Física o Química, se van incorporando elementos de Matemáticas referidos a la probabilidad, funciones senoidales y funciones exponenciales para construir, según sea el caso, modelos sencillos sobre fenómenos aleatorios, o sobre aquellos que involucran variación ya sea periódica o exponencial. Al final del curso se introducen algunas variantes a los ejemplos ya trabajados que permiten estudiar de manera más completa alguno de ellos, o bien dar paso a la modelación de un caso de mayor complejidad, como es el registro de los impulsos nerviosos plasmados a través de un electrocardiograma o un encefalograma.

Los principios de la Genética clásica de Mendel, a través de sus dos primeras leyes, proporcionan los elementos contextuales sobre los que se van trabajando los conceptos básicos de probabilidad a fin de construir el modelo aleatorio correspondiente. A su vez, el estudio de las ondas de sonido es el punto de inicio para analizar un tipo de variación periódica que permite estudiar con un modelo similar, a través de la teoría ondulatoria, fenómenos tan disímiles en apariencia como son el movimiento armónico simple, el funcionamiento de los hornos de microondas o los movimientos de un tsunami. Por su parte, los comportamientos de una población de bacterias y la prueba del Carbono 14 para la datación de objetos vinculada a la desintegración radiactiva son la pauta para iniciar el estudio de variación de crecimiento o decaimiento exponencial, por lo que pueden modelarse con esta clase de funciones.

Así, en el inicio del curso se trabajan los elementos básicos de la Teoría de la Probabilidad por lo que se incorporan algunas técnicas de conteo para calcular probabilidades sencillas de eventos simples, compuestos, mutuamente excluyentes, independientes, así como la probabilidad condicional, que funcionan como herramienta indispensable vinculada a fenómenos donde tiene presencia el azar.

A su vez, el estudio del efecto de los parámetros en el comportamiento de las funciones senoidales de la forma $y = a \operatorname{sen}(bx + c) + d$ y combinaciones de ellas permite modelar una amplia gama de fenómenos ondulatorios y de ciclos de la vida, como por ejemplo, la transmisión del sonido, de las ondas electromagnéticas, de los impulsos eléctricos neuronales y del miocardio, la respiración, el nivel de liberación de hormonas inherente al ciclo menstrual de la mujer, el número de horas de luz solar en el devenir de un año, y el movimiento de las mareas. De ellos, es necesario seleccionar sólo algunos para centrar la atención en el procedimiento de ajuste de los parámetros en relación a la información que se desprende del fenómeno a modelar.

De manera análoga, las funciones exponenciales del tipo $y = Ke^{rx}$ son el elemento principal de los modelos asociados al crecimiento o decaimiento exponencial, vinculados a la Física, la Biología, la Química, la Economía y la Medicina, entre otras. Por tanto, se estudian las características principales de la variación exponencial, así como la relación entre parámetros y el comportamiento gráfico de estas funciones.

El curso de *Modelos cuantitativos en ciencias de la vida y la Tierra*, al formar parte del cuarto bloque, constituye una asignatura en la que se retoman e integran contenidos vistos en asignaturas previas, ya sea porque es indispensable el manejo de alguno de los conceptos involucrados en los modelos que se van a trabajar, o porque aportan significado a través de su contexto a los símbolos abstractos incluidos en el modelo matemático. La relación con las siguientes asignaturas se da en la temática que de ellas se retoma, señalada a continuación:

Álgebra y principios de Física: concepto de función trabajado en las funciones lineales y cuadráticas, la noción de proporcionalidad, el concepto de fenómeno físico, la noción de modelo.

Física y su Matemática: elementos de álgebra, funciones lineales y cuadráticas, funciones senoidales del tipo $y = a \sin bx$, conceptos básicos de electromagnetismo, fenómenos ondulatorios.

Ciencias de la vida y de la Tierra I y II: noción de acidez, movimiento de placas tectónicas vinculado a las ondas sísmicas. Principios de la herencia formulados por Mendel.

Geometría analítica: manejo del plano Cartesiano y las habilidades vinculadas con la interpretación de una gráfica a través de su expresión algebraica.

Geometría y Geografía: razones trigonométricas, seno de un ángulo dado en radianes.

Matemáticas y Economía: función exponencial, la vinculación entre parámetros y gráficas.

Ciencias de la salud I: Características de la reproducción asexual por fisión liberación de hormonas en el ciclo menstrual en la mujer, ventilación pulmonar (leyes de los gases), actividad contráctil del corazón

Ciencias de la Salud II: transmisión del impulso nervioso, sinapsis

Modelos cuantitativos en investigación social: Noción de azar y de fenómeno aleatorio.

En el curso de *Modelos cuantitativos en ciencias de la vida y la Tierra* se favorece una visión más profunda e integrada de los fenómenos y principios fundamentales de ciertos contenidos de Biología, Medicina, Física y Química, al trabajar procedimientos generales para la construcción de algunos modelos matemáticos accesibles a nivel bachillerato, tanto relacionados con el azar como con el concepto de función. Esto contribuye a que el estudiante valore las Matemáticas como un instrumento de conocimiento para las ciencias de la vida e incremente sus posibilidades de argumentar, discutir y transmitir ideas, tanto en el lenguaje materno como en lo que a Matemáticas se refiere. Todo ello incide en la formación cultural del estudiante.

Además, en la construcción e interpretación de los modelos involucrados, están presentes una serie de actividades intelectuales relacionadas con el razonamiento analógico, inductivo y deductivo, que lo ayudan a desarrollar aún más su aprendizaje independiente, a valorar sus procesos de pensamiento y a comprender la forma en que las ciencias, incluyendo a la Matemática, van generando su cuerpo de conocimientos.

Al ser un curso del cuarto bloque en el que se avanza en la resolución de problemas y en la construcción de modelos que involucran aspectos de mayor complejidad que los

trabajados en cursos previos, el estudiante consolida la noción de variación y el análisis gráfico del comportamiento de las funciones involucradas. A su vez, adquiere mayor destreza en la interpretación, dentro del contexto del fenómeno estudiado, de los resultados obtenidos al utilizar la herramienta matemática pertinente. Con todo ello, incrementa las habilidades de transferencia, generalización, fundamentación crítica, la valoración de argumentos, la atención selectiva, la planeación, el monitoreo y la revisión de los realizados.

Propósito general del curso

Ante ciertos fenómenos de Biología, Física, Química y Medicina, el estudiante trabajará con algunos modelos matemáticos sencillos, ya sea aleatorios o de variación periódica o exponencial, para analizar de manera gráfica y analítica el comportamiento del fenómeno en cuestión y hacer predicciones sobre el mismo.

Contenidos disciplinarios y conceptos básicos

Esta asignatura aborda tanto conceptos Matemáticos como de la Química, la Física, la Biología y la Medicina. Los contenidos de estas últimas cuatro disciplinas sirven de marco para modelar fenómenos de manera matemática, lo que permite tanto su representación gráfica y analítica como la predicción de su comportamiento en el tiempo.

Los contenidos disciplinarios utilizados desde la Matemática son: del área de probabilidad y estadística, combinaciones y permutaciones, probabilidad simple, compuesta y condicional, sucesos dependientes e independientes, eventos complementarios y mutuamente excluyentes. Del área de modelos matemáticos, variaciones periódicas (centradas en funciones senoidales), funciones exponenciales y logarítmicas, predicción: noción de límites tendientes a infinito.

Los contenidos disciplinarios de la Química se refieren al concepto de isótopo, radioisótopo, a la desintegración radiactiva y, al pH vinculado con la noción de acidez.

Los contenidos disciplinarios que se retoman de la Física están referidos fundamentalmente a la teoría ondulatoria que incluye la transmisión del sonido y las ondas electromagnéticas, por un lado, y por otro al concepto de calor incorporado en el estudio de la ley de enfriamiento de Newton.

Los contenidos disciplinarios propios de la Biología que se incluyen corresponden a las aportaciones de Mendel al estudio de la genética, y a algunas formas de comportamiento de ciertas poblaciones.

Los contenidos disciplinarios del área médica conciernen a los impulsos eléctricos generados en el cerebro y en el funcionamiento del corazón.

Los conceptos y habilidades centrales que el estudiante dominará son: modelo matemático, evento aleatorio, probabilidad clásica, función, variación periódica y

exponencial. En lo relacionado a procedimientos: cálculo de probabilidades y técnicas de conteo, ajuste de parámetros en funciones senoidales y exponenciales, construcción e interpretación de gráficas.

Contenidos organizados y propósitos específicos por unidad

Unidad I. Modelos de fenómenos aleatorios

Propósito específico:

El estudiante utilizará los elementos de la probabilidad básica en fenómenos de la Genética que involucran el azar para analizar las diversas posibilidades que pueden presentarse y para calcular la probabilidad de que sucedan algunos eventos relacionados con dichos fenómenos.

Desempeño:

Al presentarle un fenómeno que involucra el azar, el estudiante será capaz de proporcionar el espacio muestra respectivo, identificar la relación (independencia, exclusión) entre los eventos que de él se desprenden y calcular la probabilidad de ocurrencia que tienen.

Contenido:

1. Fenómenos aleatorios
 - 1.1. Características de un fenómeno aleatorio
 - 1.2. Ejemplos
2. Concepto de probabilidad
 - 2.1. La transmisión de caracteres hereditarios
 - 2.2. Probabilidad empírica o frecuencial
 - 2.3. Probabilidad clásica
 - 2.4. Probabilidad de eventos simples. Espacio muestra
 - 2.4. Primera Ley de Mendel o Principio de la segregación. Probabilidad de aparición de los alelos en la primera descendencia. Cuadro de Punnett
3. Algunas técnicas de conteo
 - 3.1. Eventos posibles y favorables. Cómo contarlos
 - 3.2. Permutaciones
 - 3.3. Combinaciones
 - 3.4. Cálculo de probabilidades
4. Probabilidad de eventos compuestos
 - 4.1. Segunda Ley de Mendel o Principio de la transmisión independiente
 - 4.2. Eventos mutuamente excluyentes
 - 4.3. Eventos compuestos e independientes. Su probabilidad
 - 4.4. Probabilidad de dos características hereditarias independientes

- 4.5. Eventos compuestos y dependientes. Su probabilidad
- 4.6. Ejemplos de otros contextos

5. Probabilidad condicional

- 5.1 Predicción de las posibles características de la descendencia dado la composición genética de los padres
- 5.2 Cálculo de probabilidades
 - 5.1.1. En juegos de azar
 - 5.1.2. En sorteos y rifas

Unidad II. Modelos con variación periódica

Propósito específico:

El estudiante conocerá las características de la familia de funciones senoidales para poder ajustar el modelo $y = a \operatorname{sen}(bx + c) + d$ a diversos fenómenos de variación periódica referidos a Física, Biología y Medicina.

Desempeño:

Ante un fenómeno de variación periódica, el estudiante identificará si ésta corresponde a la que presenta una función senoidal y, si es el caso, realizará los ajustes pertinentes a los parámetros para que, a través del análisis del modelo así construido, obtenga información sobre el comportamiento del fenómeno y haga algunas predicciones.

Contenido:

- 1 Fenómenos de variación periódica
 - 1.1 Ejemplos sencillos de Física
 - 1.2 Características de la variación periódica.
 - 1.3 Funciones circulares y trigonométricas. Los radianes
 - 1.4 Las funciones $y = \operatorname{sen}x$ y $y = \operatorname{cos}x$. Su relación
 - 1.5 Dominio y rango
- 2 Fenómenos ondulatorios
 - 2.1 El modelo $y = a \operatorname{sen}(bx + c)$
 - 2.1.1 Amplitud y periodo
 - 2.1.2 Relación entre parámetros y gráfica
 - 2.1.3 Comparación entre graficas diversas
 - 2.2 Ondas electromagnéticas.
 - 2.2.1 Las ondas de radio (AM y FM). Características
 - 2.2.2 Frecuencia, longitud de onda y periodo

2.2.3 El modelo físico $y = A \operatorname{sen} 2\pi \left(vt - \frac{r}{\lambda} \right)$

2.2.4 Significado del desfaseamiento

2.2.5 Ajuste de parámetros en fenómenos ondulatorios

2.2.6 Alcances y limitaciones del modelo

3 El modelo $y = a \operatorname{sen}(bx + c) + d$ en fenómenos diversos

3.1 Ejemplos de fenómenos que corresponden al modelo*

3.2 Ajuste de parámetros

3.3 Predicciones

3.4 Alcances y limitaciones del modelo en cada contexto

* Se elegirán tres o cuatro fenómenos más. Ejemplos de ellos son: los movimientos de las olas del mar, en particular de un tsunami, estimación de una población de conejos en periodos cíclicos de varios años, el número de horas de luz solar en el transcurso de un año, el nivel de estrógenos o de progesterona presentes en el ciclo menstrual femenino, el volumen de aire en los pulmones en ciclo de la respiración, el estudio de un pistón o del amortiguador de un automóvil, la corriente eléctrica que produce un generador, funcionamiento de un horno de microondas.

Unidad III. Modelos de crecimiento o decaimiento exponencial

Propósito específico:

El estudiante conocerá las características de las funciones exponenciales para poder ajustar el modelo $y = k a^{rx}$ con $a > 1$ a diversos fenómenos con variación exponencial referidos a Biología, Química, Física y Medicina.

Desempeño:

Ante un fenómeno que presente crecimiento o decaimiento exponencial, el estudiante realizará los ajustes pertinentes a los parámetros para que, a través del análisis del modelo así construido, obtenga información sobre el comportamiento del fenómeno y haga algunas predicciones.

Contenido:

1. Fenómenos de variación exponencial. El modelo $y = k a^{rx}$ con $a > 1$

1.1 Ejemplos: La leyenda del juego de ajedrez. La reproducción celular en un embrión

1.2 Características de la variación exponencial

1.3 Gráficas de las funciones $y = 2^x$, $y = 3^x$, $y = 10^x$

1.4 Crecimiento y decaimiento. El signo del exponente

1.5 La condición inicial y el parámetro k

- 2 Crecimiento exponencial. El modelo $y = P_0 e^{rt}$
 - 2.1 Cultivos de bacterias en un periodo breve
 - 2.1.1 Reproducción de bacterias por fisión
 - 2.1.2 Conteo continuo de bacterias. El número e
 - 2.1.3 Importancia de considerar a e como base
 - 2.1.4 La tasa de crecimiento y el parámetro r
 - 2.1.5 La Población inicial P_0
 - 2.2 Ejemplos de contextos diversos*
 - 2.2.1 Ajustes de los parámetros
 - 2.2.2 Predicciones
 - 2.2.3 Alcances y limitaciones del modelo en cada contexto
3. Decaimiento exponencial. El modelo $y = C_0 e^{-rt}$
 - 3.1 La desintegración radiactiva
 - 3.1.1 Isótopos radiactivos. Características: tiempo de vida media
 - 3.1.2 El Carbono 14 en la datación de objetos
 - 3.1.3 La cantidad inicial C_0
 - 3.1.4 Limitaciones de la prueba del Carbono 14
 - 3.2 Ejemplos de contextos diversos*
 - 3.2.1 Ajustes de los parámetros
 - 3.2.2 Predicciones
 - 3.2.3 Alcances y limitaciones del modelo en cada contexto

*Se elegirán tres o cuatro fenómenos más. Ejemplos de ellos pueden ser: el uso del uranio en la datación de eras geológicas, el pH y la concentración de iones H^+ , el periodo de los planetas terrestres y su distancia al sol: Tercera ley de Kepler, la cantidad de luz que puede penetrar en varias profundidades oceánicas, la eliminación de un fármaco a través de la orina, la relación entre cantidad de alcohol presente en la sangre y las probabilidades de sufrir un accidente, la ley de enfriamiento de Newton y una aplicación para determinar el número de horas que tiene de fallecida una persona, la estimación del número de individuos de una especie en peligro de extinción, el valor de venta de un auto usado si se conoce la tasa de depreciación, la presión del aire en relación a la altura sobre el nivel del mar, las características de las espirales del caracol de mar *Capapulus Voluta*.

Unidad IV. Modelos de mayor complejidad

Propósito específico:

El estudiante conocerá algunas modificaciones que se realizan a las funciones senoidales y exponenciales para ampliar el espectro de aplicaciones de los modelos que incorporan este tipo de funciones.

Desempeño:

Ante los ejemplos presentados de modelos de mayor complejidad que incorporan funciones senoidales o exponenciales, el estudiante distinguirá las diferencias en la estructura de estos modelos con los estudiados previamente para identificar los efectos que se producen.

Contenido:

1. Variaciones al comportamiento periódico senoidal
 - 1.1 Onda sonora compleja. La nota de una guitarra
 - 1.2 Movimiento armónico amortiguado. El amortiguador de un coche
 - 1.3 El modelo estilizado de un electrocardiograma
 - 1.4 La interferencia de ondas: constructiva y destructiva

- 2 Variaciones al crecimiento exponencial
 - 2.1 Comportamiento de poblaciones cuando un factor limita su crecimiento
 - 2.2 La transmisión de una enfermedad o de un rumor
 - 2.3 La cantidad de luz que puede penetrar en varias profundidades oceánicas
 - 2.4 Estudio de la altura de los árboles

- 3 Reflexiones sobre modelos y realidad
 - 3.1 Motivos para idealizar condiciones al construir un modelo
 - 3.2 Perspectivas sobre la modelación

Metodología del curso

Como su nombre lo indica, el curso de *Modelos cuantitativos en ciencias de la vida y la Tierra* centra su atención en estudiar diversos fenómenos referentes a la Biología, la Física, la Química y la Medicina, desde la perspectiva de sus representaciones matemáticas.

Por ello, el eje que estructura los contenidos de este curso radica en exhibir algunos procedimientos generales para adaptar relaciones matemáticas a una gran diversidad de situaciones. Esto permite, por un lado, dotar al estudiante de una herramienta metodológica que puede transferirse a su vez a otros contextos dentro y fuera de la Matemática. Por otro, proporciona al estudiante una amplia visión del poder de aplicación de la Matemática, ciencia que plasma en símbolos abstractos, relaciones cualitativas y cuantitativas que se presentan en la naturaleza y la sociedad.

Por la dificultad inherente a la modelación matemática en toda la complejidad que subyace en desentrañar los misterios ligados a la vida, el contenido de este curso se limita a seleccionar algunos modelos tipo accesibles al nivel bachillerato. Estos podrán ser usados con la simplificación de variables o sus comportamientos, en fenómenos aleatorios o en lo que corresponde al amplio terreno del estudio de la variación, en el que las funciones tanto periódicas como exponenciales reclaman un lugar preponderante.

Para que el estudiante pueda alcanzar las pretensiones del curso, se cuida en la presentación de los contenidos de cada unidad las siguientes etapas:

- Iniciar con una situación o fenómeno de de otra disciplina de estudio, tanto para motivar el estudio de la temática como para favorecer el significado de los conceptos matemáticos involucrados a través del contexto.
- Introducir los aspectos elementales de los contenidos matemáticos que se van a trabajar.
- Avanzar en el manejo de la temática, tanto en lo que a Matemáticas se refiere como a los conceptos vinculados con la situación o fenómeno que se eligió.
- Utilizar el modelo tipo que se adapta al caso específico, realizando los ajustes pertinentes.
- Realizar el análisis con la herramienta matemática estudiada, incluyendo el comportamiento global, la interpretación de la información obtenida y el planteamiento de proyecciones a futuro.
- Aplicar los modelos estudiados en algunos otros ejemplos similares o de mayor dificultad.
- Analizar alcances y limitaciones de los modelos en cada contexto.
- Ampliar el panorama de aplicaciones por medio de comentarios, a manera de cápsula cultural, relacionados con otras situaciones o fenómenos susceptibles de modelarse de manera similar, así como referencias bibliográficas donde se estudian.

Con ello, se estará dotando al estudiante de herramientas para que tenga una mejor comprensión de fenómenos vinculados con las ciencias de la vida, sin descuidar, al mismo tiempo, el hacer patente que los modelos estudiados tienen limitaciones, y que para enriquecerlos y describir con mayor certidumbre los hechos y las relaciones presentes en la complejidad de la naturaleza, se requieren conocimientos más avanzados, tanto de las disciplinas que la estudian como de la Matemática.

Dado que es un curso del último bloque y los estudiantes ya habrán ido identificando sus preferencias por los diversos campos de conocimiento, se recomienda que el asesor seleccione los ejemplos adicionales que se van a trabajar en la segunda y tercera unidad, en función de la curiosidad del grupo por estudiar tal o cual fenómeno, lo que favorece la motivación para construirlos y utilizarlos en la descripción del comportamiento del fenómeno que les resulte de mayor interés. Para ello es recomendable utilizar el recurso de un wiki destinado a los integrantes de cada grupo u equipo

Por otra parte, para apoyar el desarrollo de las habilidades de comunicación, tanto en español como en inglés, durante el desarrollo de las actividades se incluyen textos de divulgación científica relacionados con la temática en desarrollo.

Por último, es indispensable aprovechar los recursos del medio, tanto para la evaluación y el registro de los avances de los estudiantes, como para favorecer el aprendizaje, ya sea con el apoyo visual en la presentación de diagramas que faciliten el tránsito de lo concreto a lo abstracto, la posibilidad de acceder a conceptos o información complementaria mediante ligas o navegación en la Web, e incluso, de ser posible, por medio de software para la graficación de funciones y para la simulación de algunos de los fenómenos que van a estudiarse.

Evaluaciones

La evaluación diagnóstica

Para conocer si el estudiante posee los requerimientos adquiridos en cursos previos que le permitan acceder a los conocimientos que adquirirá en el curso de *Modelos cuantitativos en ciencias de la vida y la Tierra*, se aplicará un examen diagnóstico, cuyos reactivos están encaminados a que el estudiante demuestre que es capaz de

- Efectuar operaciones con números racionales
- Manejar diversos significados de un número racional: parte de un todo, comparación mediante una razón, división de dos números
- Realizar operaciones algebraicas que ayuden a simplificarlas
- Comprender el significado de resolver una ecuación
- Distinguir cuándo existe una relación funcional entre dos variables
- Identificar en un contexto dado la variable independiente y la dependiente
- Graficar una función a partir de la construcción de una tabla de valores o de la identificación de algunas relaciones entre gráfica y parámetros
- Calcular las razones trigonométricas de seno, coseno y tangente para ángulos agudos
- Recordar la noción de radián
- Describir las características de un fenómeno físico
- Utilizar el concepto de calor y las unidades con que se mide
- Manejar el concepto de electricidad
- Reconocer las características de una onda electromagnética
- Manejar los conceptos de gametos y alelos
- Recordar el significado de carácter dominante y recesivo
- Conocer el significado de acidez y la relación que guarda el pH con la misma
- Recordar la noción de isótopo de un elemento químico
- Recordar el mecanismo del intercambio de gases presente en la respiración

La evaluación formativa

Con base en los ejercicios y tareas incorporadas en las diversas actividades, el asesor podrá identificar los aspectos de los contenidos que el estudiante no ha podido asimilar, así como sus aciertos. Le mandará una indicación una vez por semana al concluir 16 horas de trabajo (o antes si el caso lo amerita cuando se perciba el rendimiento general deficiente), en la que además de estimular al estudiante por los logros obtenidos, le señale los elementos que debe reforzar, así como dónde puede estudiarlos y ejercitarlos. De esta manera, existirá la posibilidad de corregir lo pertinente antes de la evaluación semanal, encaminada a tener registros sobre el aprovechamiento requerido para la certificación.

La evaluación para la certificación

Por la dificultad inherente a la construcción y análisis de modelos, se plantea que la evaluación para la certificación incorpore etapas del proceso de modelación, que incluyen:

- Ejercicios de conteo y de cálculo de probabilidades en el caso de la primera unidad.
- Un examen parcial al término de la primera unidad, en el que tenga que construir el espacio muestra y calcular probabilidades de eventos ligados a la herencia.
- Ejercicios de graficación en relación a modificaciones que se hagan a los parámetros de la función en cuestión en las tres últimas unidades.

- Síntesis de lecturas y búsqueda de información complementaria, relativa a los fenómenos que se van a modelar.
- Para cada una de las unidades II y III, un trabajo sobre la construcción del modelo de un fenómeno relativo a los contenidos de dichas unidades, de modo que el estudiante demuestre que ha adquirido los conocimientos involucrados, pero tenga oportunidad de consultar dudas al asesor conforme le presenta los avances. Ambos trabajos los entregará al concluir 16 horas de trabajo de la última unidad. Incluir en el wiki del equipo o del grupo lo referente al modelo trabajado de manera individual o por equipo.
- Un examen final presencial, que plantee básicamente dos actividades: la construcción, análisis e interpretación de un fenómeno de cualquiera de las tres primeras unidades, y el análisis e interpretación de un modelo que se le proporcione con funciones más complejas del tipo de las estudiadas en la unidad IV.

Bibliografía y otros recursos didácticos:

Bibliografía básica:

Audesirk, T., *et al.* (2003). *Biología. La vida en la Tierra*, 6ª edición. Ciudad de México, México: Prentice Hall.

Giancolli, D. (2006). *Física*. Ciudad de México, México: Pearson. Thomson Learning

Hetch, E. (2003). *Física I, Álgebra y trigonometría*. Ciudad de México, México. Internal.

Bibliografía complementaria:

Barnett, R., *et al.* (2003). *Trigonometría analítica*, 7ª edición. Ciudad de México, México. Thomson Editores.

Hewitt, P. (2004). *Física conceptual*. Ciudad de México, México: Addison Wesley/Longman/Pearson

Swokowski, E. & Cole, J. (2004). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica*, 10ª edición. Ciudad de México, México: Thomson Learning.