

Integración y sistematización de contenidos biomédicos y matemáticos en la formación del médico

Integration and systematization of biomedical and mathematical contents when training a practitioner

Dr.C. Luis Alberto Escalona Fernández ^{1*} <http://orcid.org/0000-0001-8954-5178>

Dr.C. Neldi Virgen Castro Hermidas ² <http://orcid.org/0000-0001-9497-5498>

Dr.C. Yolanda Cruz Proenza Garrido ² <http://orcid.org/0000-0001-8156-2555>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Cuba.

²Universidad de Holguín, Cuba.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: luisalbert@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La interpretación de curvas de funciones elementales y sus razones de cambio, se convierten en una herramienta de trabajo para la resolución de algunos problemas profesionales de la carrera de Medicina.

Objetivo: Proponer tareas integradoras profesionales para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, desde las disciplinas de las Ciencias Básicas Biomédicas.

Métodos: Se emplean los métodos teóricos análisis y síntesis, inducción y deducción y abstracción y concreción, así como el método clínico y epidemiológico. Se aplican métodos, procedimientos y algoritmos matemáticos, construcción de curvas de funciones elementales y sus razones de cambio.

Resultados: Se elaboran tareas integradoras profesionales, en las cuales el análisis comparativo de las curvas de las funciones y sus razones de cambio facilita la comprensión, explicación e interpretación de la información representada, la cual constituye la solución de algunos problemas profesionales de la carrera de Medicina.

Conclusiones: La solución de tareas integradoras profesionales consolida, generaliza y comprueba contenidos de las Ciencias Básicas Biomédicas y Matemáticas, que constituyen alternativas para adoptar decisiones y verificar terapéuticas en pacientes.

Palabras clave: resolución de problemas profesionales, modo de actuación y tareas integradoras profesionales.

ABSTRACT

Introduction: Interpretation of elementary function curves and their rates of change, become a working tool for the resolution of some professional problems in the Medicine career.

Objective: To design professional integrative tasks in order to develop the teaching-learning process, from the disciplines of Biomedical Basic Sciences.

Methods: The theoretical methods analysis and synthesis, induction and deduction and abstraction and concretion, as well as the clinical and epidemiological method, are used. Mathematical algorithms, procedures and methods, elementary function curves and their rates of change, are applied.

Results: Professional integrative tasks are prepared, in which the comparative analysis of function curves and their rates of change contributes to understand, explain and interpret the represented information, that constitutes the solution of some professional problems in the Medicine career.

Conclusions: the solution of professional integrative tasks consolidates, generalizes and substantiates the contents of Biomedical Basic Sciences and Mathematics, which constitute alternatives to make decisions and verify therapeutics in patients.

Keywords: professional problem solving, way of acting and professional integrative tasks.

Recibido: 14/02/2020.

Aprobado: 18/03/2020.

Introducción

Los profesionales de las Ciencias Médicas requieren analizar e interpretar fenómenos y/o procesos biomédicos, los cuales se representan mediante modelados matemáticos, además del procesamiento de información para su interpretación, mediante métodos, procedimientos y algoritmos de trabajo, por lo que se evidencia la necesidad de establecer la integración y sistematización de contenidos biomédicos y matemáticos, desde la diversidad curricular en la carrera de Medicina, según los componentes: académico, laboral e investigativo.

La construcción de curvas de funciones elementales y la resolución de problemas de optimización constituyen dos herramientas matemáticas fundamentales, cuyo conocimiento es muy importante que se aplique en las más diversas ramas del saber humano. ^(1, 2)

Se aplican en la resolución de problemas de salud nuevos recursos (herramientas) matemáticos de trabajo, los cuales representan disímiles modelos de fenómenos y/o procesos de la ciencia y la técnica, así como en las Ciencias Médicas, sin el uso del Cálculo Diferencial clásico; es decir, límites y derivadas clásicas. ^(1, 2)

Así, el estudio del origen de los distintos fenómenos, que se explican mediante modelos matemáticos, para estos profesionales en formación como profesores de las Ciencias Básicas Biomédicas es ineludible, a partir de la planificación y orientación de tareas integradoras profesionales, cuya ejecución y control propicia que se alcancen objetivos previstos en el plan de estudio de la carrera de Medicina, desde las funciones sustantivas: académica, laboral, investigativa y extensionista. ^(2, 3)

Las observaciones realizadas a residentes de las Ciencias Básicas Biomédicas (CBB), mediante las encuestas y entrevistas, a partir de los cursos escolares 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019, confirman las siguientes insuficiencias:

1. Algunos profesores no poseen la preparación requerida para entender la importancia de desarrollar un pensamiento para comprender, explicar e interpretar los fenómenos y/o procesos biomédicos, a partir de la continuidad y la profundidad de estos contenidos para concatenar, integrar y sistematizar los saberes biomédicos y matemáticos.
2. Se aplican generalmente los métodos tradicionales en el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) de las disciplinas de las CBB.
3. No siempre se aprovecha la participación activa de los estudiantes en la búsqueda de la solución de problemas profesionales. La actividad del alumno no transita de la dependencia a la independencia.
4. Insuficiente información acerca de las posibilidades de la construcción de curvas de funciones elementales y la resolución de problemas de optimización en la solución de dificultades profesionales en la carrera de Medicina, así como su desempeño en las decisiones.
5. No se emplean paquetes matemáticos con frecuencia en la resolución de problemas médicos.
6. Insuficiente orientación de tareas docentes con exigencias especiales, las cuales integren y sistematicen contenidos biomédicos y matemáticos, relacionados con la solución de problemas profesionales.

La necesidad de modelar fenómenos y/o procesos biomédicos para su comprensión, explicación e interpretación y las insuficiencias señaladas comprueban la insuficiente integración y sistematización de contenidos biomédicos y matemáticos, lo cual provoca en ocasiones adoptar decisiones profesionales sin sólidos argumentos y fundamentos científicos, sin corresponderse adecuadamente con el modo de actuación del Médico General. Por tanto, el objetivo de este trabajo: proponer tareas integradoras profesionales para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje, desde las disciplinas de las Ciencias Básicas Biomédicas.

Método

Se emplean métodos teóricos, como análisis y síntesis asociados al estudio de informes de investigaciones y fuentes bibliográficas relacionadas con el tema; con el método de inducción y deducción se determinaron las regularidades para explicar el desarrollo de la interpretación de los modelos matemáticos en la carrera de Medicina. Al procesar la información se utiliza la abstracción y la concreción y se relacionan las regularidades del desarrollo de la integración y sistematización de los contenidos de las CBB.

El método histórico lógico fundamenta el estudio de la evolución de las alternativas de la resolución de problemas de optimización y sus antecedentes. Así, el enfoque del método para construir curvas de funciones elementales, sin el uso de derivadas, es fundamental en el método; desde los procesos de comprensión, explicación e interpretación, se aplican métodos y algoritmos matemáticos de trabajo. ^(4, 5, 6)

Métodos empíricos y técnicas: se utilizan entrevistas y encuestas para el diagnóstico del estado actual con respecto a la aplicación de la integración y sistematización de contenidos biomédicos y matemáticos, en la búsqueda y constatación de regularidades.

Análisis documental del modelo del profesional de la carrera de Medicina, perfil ocupacional, planes de estudios y programas, como elementos esenciales. Análisis documental de los profesores de las CBB en formación, planes de estudio y programas de estos especialistas.⁽²⁾

Resultados

El empleo de los métodos teóricos combinados con el método histórico lógico le permitió al autor caracterizar la tarea integradora profesional, según el siguiente orden lógico:

- Situación de aprendizaje planificado, organizado, orientado y estructurado.
- Integra y sistematiza contenidos de varias temáticas y/o especialidades.
- La comprensión, explicación e interpretación inherente al objeto de estudio de una profesión específica, para su solución en relación con sus fenómenos, procesos y hechos.

- La evolución del proceso pedagógico con respecto a la actividad del alumno orientada previamente a transitar de la dependencia a la independencia, según las particularidades cognitivas y afectivas de la personalidad de los educandos de la carrera de Medicina. ⁽²⁾

En general en las tareas integradoras profesionales se desconocen las ecuaciones que modelan los procesos y/o fenómenos, por lo que el investigador debe recolectar información para construir estas curvas y compararlas, pues la visualización de los datos experimentales representados le permiten adoptar decisiones y realizar predicciones.

Se indica un método de trabajo de incalculable valor metodológico en la búsqueda de soluciones de problemas biomédicos, donde el proceso y/o fenómeno en estudio no posee referencia acerca de su comportamiento. ⁽²⁾

A continuación se proponen problemas médicos mediante tareas integradoras profesionales, las cuales han sido elaboradas y/o rediseñadas en general por los autores de este trabajo:

1. Determinar experimentalmente el coeficiente de Michaelis-Mentes K_M , según la tabla y la figura.

Tabla I. Valores experimentales del sustrato [s] (variable independiente) y la variable dependiente: velocidad de la reacción v(s).

[s]	5,2	10,4	20,8	41,6	83,3	167	333
v(s)	0,866	1,466	2,114	2,666	3,236	3,636	3.636

Fuente: Poblete. ⁷

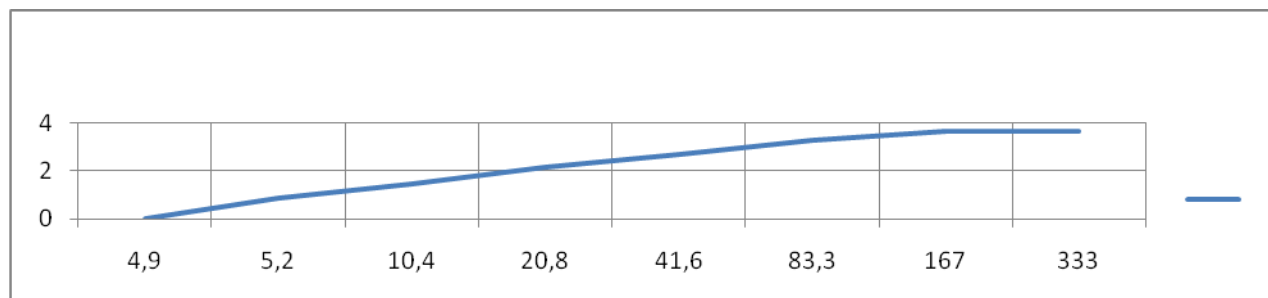


Fig. 1. Se representa la curva cuyas abscisas simbolizan el valor del sustrato [s] y el valor de la velocidad de la reacción v(s).

$$v(K_M) = \frac{v_{\max}}{2}, \text{ es decir } v(K_M) = 2; K_M = 14$$

Fuente: Confeccionado por los autores.

El coeficiente de Michaelis-Mentes $K_M = 14$. Se observa en la curva construida el valor correspondiente a la ordenada 2 (mitad de la velocidad máxima); la abscisa que le corresponde por acercamiento es 14.

2. Se asume que el decrecimiento de la presión sanguínea en una persona depende en particular de la cantidad de medicamento suministrado. Por lo tanto, si x miligramos de un medicamento se suministran al paciente, el decrecimiento de la presión sanguínea está en función de x .

Se define la función tal que:

$$f(x) = \frac{1}{2}x^2(9 - x); 0 \leq x \leq 9$$

Determine el valor del medicamento en miligramos (dosis exacta), de forma que cause el mayor decrecimiento en la presión sanguínea. Trace rectas verticales que pasan por los ceros y los extremos de los gráficos de la función decrecimiento de la presión sanguínea y la función, razón de cambio del decrecimiento de la presión sanguínea con respecto a la dosis suministrada. Auxiliarse en programas informáticos (Derive, Excel).

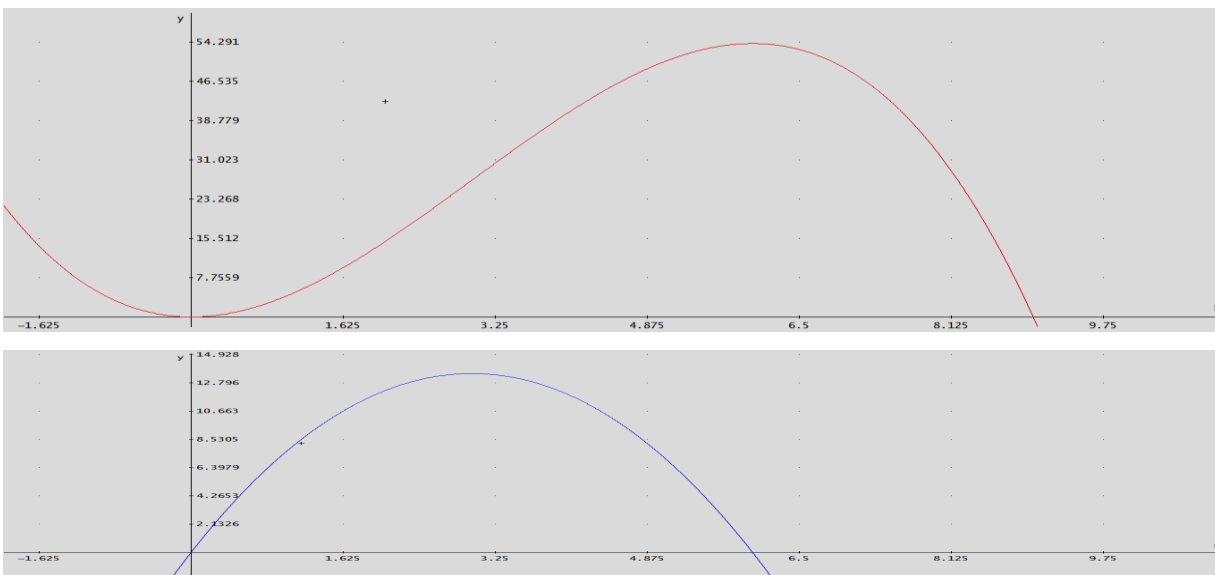


Fig. 2. Trozos de curva que representan la presión sistólica (P), que depende del peso (w: en libras) y la razón de cambio de la presión sistólica con respecto al peso.

Auxiliarse en programas informáticos (Derive, Excel).

Fuente: Confeccionado por los autores.

3. El cambio de la temperatura $T(x)$ en grados Fahrenheit está dado aproximadamente por la ecuación

$$T(x) = x^2 - \frac{x^3}{9,0} \quad \text{para } 0 \leq x \leq 7$$

El cambio con respecto a la dosis x es denominado la sensibilidad del cuerpo para la dosis. Trace rectas verticales que pasan por los ceros y los extremos de los gráficos de las funciones $T(x)$ y $T'(x)$.^(2, 5)

Aproxime gráficamente el valor de la dosis para la sensibilidad del cuerpo. Se auxilia de programas informáticos (Derive, Excel).

4. El promedio de pulsaciones por minutos en una persona sana está dado por la letra y cuya talla es medida en pulgadas (centímetros), dada por la letra x ; se aproxima por la ecuación $y = 159 - \sqrt{x}$, $35 \leq x \leq 75$ (entre 87,5 cm y 187,5 cm inclusive).^(5, 6)

Describir la evolución del proceso. Mediante un análisis comparativo de la función y la función razón de cambio del promedio de las pulsaciones por minutos de un paciente sano con respecto a su talla (primera derivada de la función)

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{2\sqrt{x}}, \quad 35 \leq x \leq 75$$

5. Si se designa el radio normal de la tráquea como R , expresado en centímetros, y el radio de la tráquea durante una tos como r , expresado en centímetros, donde R es una constante y r una variable. La velocidad del aire a través de la tráquea puede darse en función de r y si $v(r)$ en centímetros por segundos es la velocidad, r pertenece al intervalo

$$\left[\frac{1}{2}R, R \right]$$

a) Determine el valor del radio r aproximadamente, cuando la velocidad es máxima. Dados los datos experimentales de la velocidad del aire en la tráquea de un paciente, según:

Tabla II. Valores experimentales de la variable independiente: r_0 (radio de la tráquea durante la tos) y la variable dependiente: $v(r)$ (velocidad del aire).

r_0	$v(r_0)$	$v(r_0 + 0.01) - v(r_0)$
0,50	0.125	0,002449
0,51	0,127449	0,002343
...
0,65	0,147875	0,000229
0,66	0,148104	-0,000202
0,67	0,148137	-0,000169

Fuente: Confeccionado por los autores.

6. Diagnosticar el caso. ^(8, 9, 10) Dada la edad en años (E), la secreción de estrógeno (Producción) en $\mu\text{g}/24\text{h}$ (**), de una paciente y las diferencias de la secreción de estrógeno (se realiza un acercamiento gráfico de la razón de cambio de la secreción de estrógeno con respecto a la edad (***)), según los valores registrados en la siguiente:

Tabla III. Registros de la edad en años, según la secreción (producción) de estrógeno y las diferencias con respecto a la edad.

E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
**	8	17	29	41	53	67	79	99	139	180	205	235	212
***	9	12	12	12	14	12	20	40	41	25	30	-23	

Fuente: Guyton. ⁴

7. Describir el comportamiento de la epidemia dengue, a partir del 1ro. de julio de 2015 hasta el 30 de septiembre de 2015. Municipio: Holguín. Provincia: Holguín. Cuba. Auxiliarse de programas informáticos Microsoft Excel, ^(2, 3, 5) según la figura:

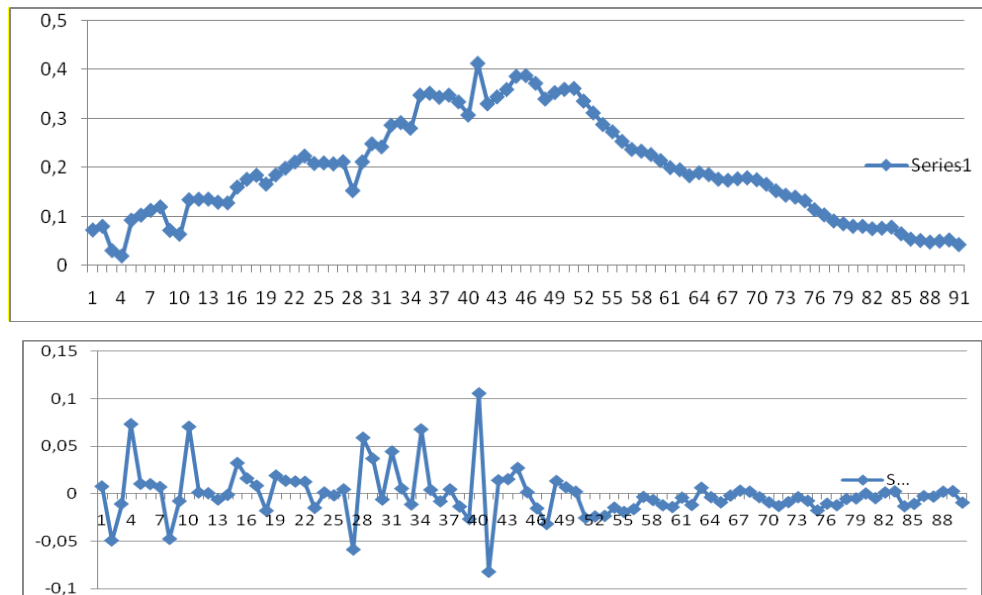


Fig. 3. Línea poligonal de porcentajes diarios de ingresos permanentes por dengue (eje vertical) y el tiempo medido en días (eje horizontal) y la línea poligonal de la razón de cambio porcentajes diarios permanentes por dengue (eje vertical) y el tiempo medido en días (eje horizontal).

Fuente: Confeccionado por los autores.

8. Una persona que pesa 130 libras, desea perder 5 libras, en un período de 30 días: ¿Cuántas calorías por días debe consumir esa persona para alcanzar su meta? Se sabe que Arthur Segal publicó un artículo en “The College Mathematics Journal (January, 1987) 18: 1”, en el cual formula el siguiente modelo para la pérdida y la ganancia del peso:

$$\frac{dw}{dt} + 0.005w = C - 3500.$$

Ecuación diferencial lineal de primer orden. ^(1, 10)

Discusión

Se precisan aspectos didácticos y científico-metodológicos, según las tareas integradoras profesionales propuestas. ^(1,2,3)

En general en las tareas integradoras profesionales se desconocen las ecuaciones que modelan los procesos y/o fenómenos, por lo que el investigador debe recolectar información para construir estas curvas y compararlas; la visualización de los datos experimentales representados le permiten adoptar decisiones y realizar pronósticos.

Se ilustra la utilidad de una herramienta de trabajo de incalculable valor metodológico en la búsqueda de soluciones de problemas médicos, donde el proceso y/o fenómeno en estudio no posee referencia acerca de su comportamiento, lo cual proporciona una evidencia para la toma de decisiones en diagnósticos y terapéuticas.

Tarea integradora profesional 1. Se determina experimentalmente el coeficiente de Michaelis-Mentes K_M . Se denota la importancia en los tratamientos de algunos tipos de leucemia. Michaelis-Mentes: Esta ecuación relaciona la velocidad inicial, la velocidad máxima y la concentración inicial del sustrato a través de la constante de Michaelis-Mentes.

Se observa una relación numérica importante: en el caso de que la velocidad inicial de la reacción sea la mitad de la velocidad máxima. La constante de Michaelis-Mentes es igual a la concentración del sustrato en la que la velocidad inicial de la reacción es la mitad de la velocidad máxima. La constante se expresa en moles/litro y es independiente de la concentración. La constante de Michaelis-Mentes no es un valor fijo, ya que puede variar con la estructura del sustrato, el Ph y la temperatura.

La importancia de esta constante se denota en el siguiente ejemplo: algunos tipos de leucemia (proliferación anormal de glóbulos blancos) pueden suprimirse por administración de asparaginasa, que cataliza la reacción: la asparagina es vital para el crecimiento de leucocitos malignos. La asparaginasa produce la hidrólisis de asparagina en aspartato, que no satisface las necesidades de las células malignas.

Sin embargo no todas las asparaginasas son eficaces. Sucede que las asparaginasas de diferentes fuentes: animales, vegetales, bacterias, tienen distinto K_M . Como la concentración de asparagina en la sangre es muy baja, la asparaginasa solo será efectiva si su K_M es lo suficientemente bajo como para hidrolizar la asparagina rápidamente, dada su pequeña concentración en sangre.

Tarea integradora profesional 2. Consiste en decidir la dosis exacta por suministrar al paciente, según la ecuación de la función.

Tarea integradora profesional 3. Se describe el desarrollo de la sensibilidad del cuerpo para la dosis. Dada por la máxima razón de cambio con respecto a la dosis (la máxima velocidad de cambio de la temperatura del cuerpo con respecto a la dosis). Es importante destacar que no se logra alcanzar este valor aumentando la dosis deliberadamente, pues se corresponde a un comportamiento determinado por una ley que lo regula.

Tarea integradora profesional 4. Se describe (se caracteriza, se interpreta) la evolución del proceso, mediante un análisis comparativo de la función promedio de las pulsaciones por minutos de personas sanas, según la talla, la cual oscila entre 35 y 75 pulgadas (entre 87,5 cm y 187,5 cm inclusive) y la función, razón de cambio pulsaciones por minutos de personas sanas con respecto a la talla. La ecuación que modela el proceso está dada (es conocida).

Tarea integradora profesional 5. Se realiza acercamiento gráfico, mediante la construcción de las curvas de las funciones: velocidad del aire en la tráquea, en dependencia del radio de la tráquea de un paciente y la razón de cambio de la velocidad con respecto al radio de la tráquea: se aproxima el valor máximo de la velocidad del aire, mediante mediciones experimentales de la velocidad del aire en la tráquea y el radio de la tráquea.

Tarea integradora profesional 6. Se desconoce la ecuación de la función que modela la secreción de estrógeno. Se diagnostica el caso, en el cual se registran la secreción de estrógeno de una paciente, según la edad en años (E).

Se realiza un acercamiento gráfico, mediante la construcción de las curvas de la función secreción de estrógeno y la función razón de cambio de la secreción de estrógeno con respecto a la edad. El análisis comparativo de ambas curvas evidencia la decisión por adoptar: la aplicación del método clínico.

El comportamiento monótono estrictamente creciente de la producción de estrógeno no ofrece una información precisa acerca de la secreción máxima de estrógeno, es decir, si crece o no (desciende).

Se observa en la curva un cambio del comportamiento de la monotonía, pues la curva se anula, cuando su abscisa (tiempo) es 12 años, alcanza un extremo local cercano. Por tanto, es posible predecir que la secreción de estrógeno es óptima, cuando su abscisa (tiempo) es igual a 12 años.

Se concluye que la producción de estrógeno del estudio de la paciente es normal, evidencia de incalculable valor en la evaluación del caso, por lo cual es necesario el seguimiento exhaustivo, mediante este procedimiento, el que es ratificado por el inicio de la pubertad de la paciente.

Tarea integradora profesional 7. Se describe (se caracteriza, se interpreta) el comportamiento de la epidemia dengue, a partir de datos experimentales registrados del 1ro. de julio de 2015 hasta el 30 de septiembre de 2015, en el municipio de Holguín. Cuba.

Es posible realizar predicciones a partir de los registros reales de la evolución de una epidemia dengue, la cual está sometida a medidas epidemiológicas permanentes, que se refuerzan en la medida que el porcentaje de enfermos crece hasta observar su decrecimiento sostenido. Se realizan predicciones de esta evolución.

Tarea integradora profesional 8. Se trata de resolver la ecuación diferencial de primer orden, en cuya solución general es importante conocer en detalles la condición inicial como $W(0) = 130$. Luego escribir la solución particular y realizar operaciones de despeje para determinar las calorías diarias por consumir.

Conclusiones

Se elaboran tareas integradoras profesionales para contribuir al desarrollo eficiente del proceso de enseñanza aprendizaje, las cuales facilitan la resolución de problemas profesionales del plan de estudio de la carrera de Medicina, desde la integración y la sistematización de contenidos de las CBB.

Se realizan acciones didácticas, científicas y metodológicas, como generalización de los contenidos de estas CBB, además de métodos, procedimientos, algoritmos y técnicas de trabajo para adoptar decisiones por diferentes vías, según la aplicación del método clínico y el método epidemiológico.

Referencias Bibliográficas

1. Barnett R, Ziegler M. Applied Calculus for business and economics, life sciences, and social sciences. La Universidad de California. Dellen Publishing Company; 2016
2. Escalona Fernández LA. Construcción e interpretación de curvas de funciones elementales y la resolución de problemas de optimización para solucionar problemas profesionales médicos [Tesis]. [Holgún]: Universidad de Holgún;2019. 216 p. Disponible en: <https://repositorio.uho.edu.cu/jspui/bitstream/uho/5932/1/tes.pdf>
3. Calero Hechavarría M, Rodríguez Corona O, Armas Pupo Y, Núñez Rojas Y. Propuesta de tareas docentes para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Metodología de la Investigación. CCM. 2013 [citado 16/02/2018];17(1)Supl1.Disponible en: <http://www.revcoemed.sld.cu/index.php/coemed/article/view/1265/306>
4. Hall JE. Guyton y Hilla. Tratado de Fisiología Médica.13ª ed.España: Elsevier;2016
5. López LE, Muñoz Loaiza A, Olivar Tost G, Betancourt-Bethencourt J. Modelo matemático para el control de la transmisión del Dengue. Rev Salud Pública. 2012 [citado 18/09/2019];14(3):512-523.Disponible en: [h https://scielosp.org/pdf/rsap/2012.v14n3/512-523/es](https://scielosp.org/pdf/rsap/2012.v14n3/512-523/es)
6. Stewart I. Las 17 ecuaciones matemáticas que cambiaron al mundo. España: Crítica; 2014.
7. Poblete V. Matemática en Salud. Chile: Universidad de Santiago de Chile; 2016.

8. Zimmermann W, Cunningham S. Visualization in Teaching and Learning Mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America;1991

9. Olmedo Canchola HV, Ariza Andraca R. Matemáticas en medicina: una necesidad de capacitación. Med Int Méx. 2012 [citado 22/02/2019];28(3)278-281. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2012/mim123l.pdf>

10. Lipkus I, Peters E. Understanding the role of numeracy in health: proposed theoretical framework and practical insights. Health Educ Behav. 2009[citado 22/02/2019];36(6):1065-1081. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2783983/>

Conflicto de intereses

Los autores no refieren conflicto de intereses.

Contribución de autoría

LAEF: diseño de trabajo, recogida de datos, análisis de datos y estadístico, borrador inicial, aprobación de informe final.

NVCH: análisis de datos y aprobación de informe final.

YCPG: análisis de datos y aprobación de informe final.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).