



## GUÍAS DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA ANÁLISIS INSTRUMENTAL PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN BIOANÁLISIS CLÍNICO

**Autores:** Vilma Kenia Fondén Rivero<sup>1</sup>, María Antonia Jiménez Dávila<sup>2</sup>, Ester Rodríguez Machado<sup>3</sup>, Irene Luisa del Castillo Remón<sup>4</sup>, Lilianne De la Caridad Manchòn Fondèn<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> MSc, Licenciada en Química, Departamento de Formación General. e-mail. [vilmakeniaf@gmail.com](mailto:vilmakeniaf@gmail.com) Avenida Martí No. 88-B / 10y 11 Reparto Vázquez. Teléfono: 23573128

<sup>2</sup> MSc, Licenciada en Química, Departamento de Formación General.

<sup>3</sup> Licenciada en Microbiología, Carrera de Bioanálisis Clínico General.

<sup>4</sup> Licenciada en Biología, Departamento de Formación General.

<sup>5</sup> Licenciada en Inglés, Departamento de Inglés.

Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo, Universidad de Ciencias Médicas de Manzanillo, Granma, Cuba.

### RESUMEN

La guías de estudio de los contenidos de Análisis Instrumental está diseñada para estudiantes de la carrera de Bioanálisis Clínico, favorece el desarrollo de habilidades docentes necesarias para el cumplimiento con calidad de la asignatura, propicia una mayor autopreparación y fortalece el hábito del estudio individual. **Objetivo:** implementar una guía de estudio de la Asignatura Análisis Instrumental para favorecer el desarrollo de hábitos y Habilidades docentes en los futuros licenciados en Bioanálisis Clínico. **Materiales y métodos:** se elaboró una guía de estudio de la Asignatura Análisis Instrumental, se aplicó a los estudiantes del tercer año de la carrera, en el período comprendido de febrero 2019 a septiembre del 2021, el universo estuvo conformado por 37 estudiantes: 17 del CRD 2019 2020 y 20 del CRD 2020 2021. **Resultados:** se constató el insuficiente nivel de conocimiento sobre los elementos teóricos del contenido de la asignatura y de habilidades docentes imprescindibles para la apropiación de los contenidos con calidad. **Conclusiones:** Se puede concluir que la guía de estudio elaborada, permitió demostrar su validez para el aprendizaje de los contenidos teóricos y el desarrollo de hábitos y habilidades docentes de la asignatura.

Palabras clave: Bioanálisis clínico, estudio Independiente, análisis Instrumental.



## INTRODUCCIÓN

La Licenciatura en Bioanálisis Clínico (BAC) con un amplio campo de ejercicio profesional, va dirigida a la formación de profesionales capacitados para desempeñarse como miembro del equipo multidisciplinario de salud, contribuyendo mediante los análisis de muestras biológicas, al mantenimiento del estado de salud de la población, así como al diagnóstico, prevención, control y tratamiento de las enfermedades; fundamentado en la investigación científica. Este profesional se prepara para asumir el proceso tecnológico de muestras obtenidas del organismo humano y el ambiente, con el objetivo de demostrar las alteraciones fisiológicas y morfológicas que presentan, tanto en el aspecto macroscópico como microscópico, aplicando métodos convencionales y de avanzada, lo que permite su desempeño también en instituciones científicas del sector de la salud u otros organismos afines.

. Para cumplir este objetivo, el egresado deberá mostrar el dominio de las habilidades profesionales siguientes:

- Aplicar las tecnologías convencionales y de avanzada para el análisis del proceso salud-enfermedad y la conservación y procesamiento de órganos y tejidos para el trasplante en situaciones reales y modeladas, con un alto sentido de la responsabilidad y la ética, mostrándose solidario con el individuo y su familia.
- Interpretar los fundamentos de los métodos convencionales y de avanzada empleados para la evaluación del proceso salud-enfermedad en el laboratorio, con un enfoque morfofuncional integral.
- Producir bioderivados y reactivos biológicos, a pequeña y gran escala, para procedimientos diagnósticos, terapéuticos y con fines investigativos con un enfoque racional y una actitud honesta y responsable.
- Evaluar la calidad de los procesos tecnológicos ejecutados en los laboratorios biomédicos, para la mejora continua del diagnóstico de las enfermedades humanas con justeza y responsabilidad. <sup>(1)</sup>

La asignatura Análisis Instrumental forma parte del currículum de la carrera (BAC) incluida en los planes de estudio D y el actual plan E. Desde la instrucción va a permitir que los egresados de dicha carrera puedan Predecir la tecnología a utilizar en un laboratorio en dependencia del grado de complejidad de los procedimientos diagnósticos y de tratamiento que realiza acorde con el desarrollo científico-técnico y el nivel que ocupa dentro del Sistema Nacional de Salud, así como, interpretar el principio en que se basa el funcionamiento, utilidad y explotación de la técnica utilizada en el Laboratorio que permita predecir los procedimientos tecnológicos de aplicación en el mismo, dirigido a contribuir a la precisión, diagnóstico, pronóstico, tratamiento, evolución y recuperación de la salud del hombre en el proceso Salud-Enfermedad con la calidad adecuada en cualquiera de los niveles del Sistema Nacional



de Salud, así como modificar y desarrollar dichos procedimientos de acuerdo con el desarrollo y necesidades presentes y futuras de los servicios de salud en nuestro país. <sup>(2)</sup>

La asignatura Análisis Instrumental forma parte del plan de Estudios de la carrera Bioanálisis Clínico, prepara a los estudiantes en el manejo y explotación del equipamiento de Laboratorio. En el 1er. y 2do Semestres de la carrera los estudiantes recibieron contenidos referentes a características generales del equipamiento en las asignaturas Introducción al Laboratorio, Hematología Básica, y Química Clínica, pero dichos contenidos no son suficientes para que pueda operar con conocimientos y profundidad, todo lo que permite la correcta explotación de los disímiles equipos utilizados en el Laboratorio Clínico. <sup>(3,4)</sup>

Con el perfeccionamiento de la enseñanza en Cuba, se recogen ideas esenciales sobre la necesidad de ajustar la enseñanza a los requerimientos del desarrollo social contemporáneo. En las condiciones de universalización de la educación superior, es indispensable que la orientación y el control de las actividades docentes se desarrollen en correspondencia con los requerimientos y exigencias de los momentos actuales que vivimos.

## **OBJETIVO**

Implementar una guía de estudio de la Asignatura Análisis Instrumental para favorecer el desarrollo de hábitos y Habilidades docentes en los futuros licenciados en Bioanálisis Clínico.

## **DESARROLLO**

Para desarrollar este trabajo se utilizarán los siguientes métodos generales de investigación:

Métodos teórico: analítico – sintético, inductivo – deductivo, histórico – lógico y la modelación para la elaboración del sistema de guías de contenido.

Métodos empíricos: Observación, entrevistas, pruebas pedagógica y experimento pedagógico.

Métodos estadísticos matemáticos: Estadígrafos de porcentaje y de diferencia de proporciones para la tabulación de los resultados <sup>(5)</sup>. Se elaboró la Guía de Estudio para los contenidos que se puntualizan en la asignatura Análisis Instrumental, tomando como premisa el estudio independiente dirigido hacia el autocontrol y la autoevaluación hacia la formación de habilidades, todo lo cual permite que en los estudiantes se construya de manera ininterrumpida el conocimiento y el aprendizaje.5

La guía de estudio Se estructuró tomando como punto de partida la clase encuentro, lleva implícito: introducción, desarrollo y conclusiones, se desarrolla a partir de un conjunto de preguntas acerca del contenido que se intenta aprender, permite organizar el contenido y autoevaluar el grado de comprensión alcanzado al estudiar,



discrimina lo esencial del tema, reafirma lo que se ha aprendido, compara, confronta y relaciona los puntos importantes, y generaliza el aprendizaje al aplicarlo en diferentes aspectos y/o situaciones.

En la guía de estudio se tuvieron en cuenta además, las habilidades que dan cumplimiento a los objetivos propuestos en el programa, las bibliografías Básicas y complementarias más actualizadas, la integración con las asignaturas del tercer año de la carrera, así como, la vinculación del contenido con la especialidad. <sup>(6)</sup>

Una vez elaborado se aplicó en la práctica educativa, a partir de un diseño experimental en el cual se tomó como variante experimental el preexperimento, en el período comprendido de febrero 2019 a septiembre del 2021, el universo estuvo conformado por 37 estudiantes de tercer año de la carrera de BAC en la Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo en la provincia Granma. 17 del CRD 2019 2020 y 20 del CRD 2020 2021.

Hipótesis experimental: si se implementan las Guías de estudio se favorece el aprendizaje de los contenidos teóricos y habilidades de la asignatura para enfrentarse la vida profesional.

Variable independiente lo constituyó la Guía de Estudio

Variable dependiente el aprendizaje de los contenidos teóricos y el desarrollo de habilidades profesionales.

Sistema de contenidos de la asignatura análisis Instrumental

Tema 1: Sistema automatizado de dirección en el laboratorio

Tema 2: Equipos de medición.

Tema 3: Equipos de inducción eléctrica.

Tema 4: Equipos de separación y fraccionamiento.

Tema 5: Amplificación fraccionamiento y conservación de imagen

Tema 6: Registradores de bioseñales

Tema 7: Inmunoquímica

Tema 8: Complejos hematológicos y cuagulómetro



Ejemplo de la Estructura metodológica de la guía de estudio para el tema 2

Tema 2: Equipos de medición.

Contenidos:

- Fotometría y espectrofotometría de absorción. Introducción a los métodos ópticos. Energía radiante. Espectro electromagnético. Absorción de la radiación. Ley de Lambert-Beer. Absortividad. Exactitud fotométrica. Colorímetro y espectrofotómetro: esquema general de fuente de energía radiante. Equipos de doble rayo. Nefelometría y turbidimetría. Espectrofotometría iónica: fundamento general y aplicaciones. Reflectometría: fundamento general y aplicaciones.
- Fotometría de emisión: niveles energéticos. Fluorescencia. Fluorimetría. Fotometría de llama.
- Espectrometría de masas: fundamento general. Variantes de espectrómetros: de campo magnético, de alta frecuencia, de resonancia iónica. Resonancia magnética nuclear: fundamento, instrumentación.

Objetivo: Interpretar los principios básicos de funcionamiento de los equipos de medición empleados en el laboratorio de forma que permita determinar en cada caso, la relación dinámica entre estructura y función para en base a ella, seleccionar correctamente los que deben ser empleados, así como las normas para su empleo en un determinado laboratorio.

Operaciones para lograr la habilidad interpretar:

- ✓ Observar el objeto de análisis
- ✓ Analizar
- ✓ Reflexionar
- ✓ Aplicar según un punto de vista o concepción determinado.

Bibliografías

Básica: Temas de Laboratorio Clínico: Celso Cruz y colaboradores. Capítulo 5 páginas 44 a 52

Complementaria: 1. Análisis Instrumental: Raquel Bermejo Moreno y Antonio Moreno Ramírez, parte III técnicas ópticas espectroscópicas

3. Introducción a las técnicas espectroscópicas: página 151 a 160

4. Espectroscopia de absorción atómica página 223 a 240

5. Espectroscopia de emisión atómica página 269 a 284

6. Espectrometría de masas página 293 a 301

7. Cabrera, Armando y Gloria Lines: Análisis Instrumental. Tomos I y II. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 1988. (Reimpresión de la edición de 1983).



Introducción al tema 2: Va dirigida a la importancia y utilidad que posee los métodos ópticos en el laboratorio clínico para las cuantificaciones de los diferentes parámetros que se analizan en las diversas muestras biológicas. El funcionamiento de los mismos resulta de vital importancia para la actividad del laboratorio porque nos permite determinar las concentraciones de los diferentes analitos en la mayoría de las muestras que se reciben a diario. Poseen variados diseños y su utilización se basa en diferentes principios, todos con sus respectivas ventajas y desventajas en las diversas aplicaciones; con algunas características en común como es el uso de la luz, ya sea visible o en otro rango del espectro de radiaciones electromagnéticas y su conversión en señales eléctricas que permitan cuantificar por medio de una escala determinada de valores.

Orientaciones para el estudio independiente

Seleccionar el contenido objeto de estudio en las bibliografías que ofrece la guía partiendo siempre de la bibliografía básica.

Leer detenidamente el contenido y realizar los apuntes necesarios que resumen el contenido incluyendo aquello que resulten necesario ser aclarados por el profesor u otro profesional con experiencia práctica en esta área del conocimiento. Con esta orientación se fortalecen los hábitos de lectura, investigativos y de estudio independiente.

Responder en el orden establecido las preguntas de la guía orientadora de manera independiente, el estudio independiente manifiesta su efectividad en el propio desarrollo de la actividad cognoscitiva de los estudiantes, pues este contribuye a que desarrollen como es lógico su total independencia, tanto cognoscitiva como científica, incluso para adquirir aquellos conocimientos que el docente por cuestiones de que toda la ciencia es imposible incorporarla a una asignatura, no las puede enseñar. <sup>(7,8)</sup>

Cuestionario de preguntas a responder (Autoevaluación)

1. Exponga en qué se basa la ley de Lambert-Beer. Escriba la ecuación fundamental de la fotolorimetría. Diga qué nombre recibe el cociente  $C_p/A_p$ .
2. Exprese qué elementos componen los equipos de fotometría de absorción. Realice el esquema general.
3. Diga qué diferencias fundamentales existen entre un fotolorímetro y un espectrofotómetro
4. Diga qué condición debe poseer la luz para ser usada en la fotometría y cómo se logra esta.



5. Las cubetas donde se colocan las muestras pueden hacerse de diferentes materiales, exprese cuál usted usaría en un espectrofotómetro y qué condiciones se necesitarían para su uso.

6. A qué se le llama "paso de banda"? Qué importancia tiene en la fotometría?

7. Cómo Ud. puede lograr la calibración de un espectrofotómetro?. Si existe alguna otra forma exponga como proceder.

8. Qué zona espectral utilizan los equipos fotométricos? Exprese alguna condición específica para poder utilizarla.

9. Qué condiciones se necesitan para realizar una correcta medición en el fotómetro de llama?

10. A qué se le llama fluorescencia? Qué condiciones son necesarias para poder realizar una fluorimetría?

11. En el laboratorio del hospital Celia Sánchez Manduley de Manzanillo se necesita hacer una determinación de catecolaminas pero durante la manipulación se rompe una de las cubetas de cuarzo y el técnico que la realiza decide cambiar el juego por cubetas de vidrio porque no tiene otro juego de cubetas a mano. Es esto correcto? Por qué?

12. Enlace ambas columnas según corresponda:

Columna A	Columna B
1. Fotometría de llama	a.-Determinación de Zn, Co y Ni sérico
2. Espectrofotómetro	b.-Utiliza luz ultravioleta a la excitación
3. Fotocolorímetro	c.-Se emplea en la bioquímica seca
4. Fluorómetro	d.-Método utilizado en el ionograma Urinario
5. Reflectometría	e.-Utiliza una red de difracción para seleccionar la longitud de onda
6. Turbidimetría	f.-Se cuantifica el analito por la formación de un precipitado fino que se mantiene en suspensión uniforme.
7. Espectrofotometría de .	
Absorción Atómica	



13. En el laboratorio clínico del policlínico Puentes Grandes se realiza la determinación del ácido úrico por el método de urato oxidasa a 546 nm.

13,1Qué equipo usted utilizaría al efecto?, Por qué?.

13.3 Si en el estuche se incluye una solución de referencia de 321,8  $\square$ mmol/L de uratos, como se haría la calibración si al realizar el procedimiento analítico al tubo correspondiente posee una absorbancia de 0,53. Realice los cálculos necesarios para ello.

14. Para la determinación de las proteínas totales en el suero por el método de Biuret, se realizó la calibración con varias soluciones de referencia obteniéndose:

Concentración (g/L)	Absorbancia	Cómo Usted haría la calibración?
25	0,105	Realice los cálculos correspondientes
50	0,200	Resultan correctos estos valores de
75	0,298	absorbancia? Cómo lo comprobaría?

Si una muestra de suero obtiene una absorbancia de 0,250 al finalizar el procedimiento analítico. Cuál sería la concentración proteica que tiene el paciente?

15. A la U.T.I. del hospital Enrique Cabrera llega una paciente cardiópata y entre los análisis de laboratorio se indica hacer un Ionograma. Para calibrar el equipo el estuche tiene un patrón que contiene 140 mmol/L de sodio y 5,0 mmol/L de potasio, si la escala del equipo va de 0 a 100 unidades, Cómo se procedería para la calibración de cada una de estas determinaciones?. Puede exponer algunas variantes.

16. Para cuantificar serotoninas es necesario el empleo del fluorómetro, si el equipo usa dos  $\square$  con valores de 432 nm y 530 nm . cuál usaría para la lectura fotométrica y por qué? En qué paso se utilizaría la otra?

17. Se conoce que puede utilizarse el ácido sulfosalicílico al 3% para determinar proteínas totales en algunos líquidos biológicos como la orina y el líquido cefalorraquídeo. Puede utilizarse este reactivo para determinar proteínas en el suero o en el líquido pleural? Argumente basado en las características de la turbidimetría.

18. Las tiras de bioquímica seca son de gran utilidad en la actualidad. Ponga un ejemplo de un equipo en que se utilice. Qué método analítico se utiliza?

19. Cuando realizamos las lecturas en un fotocolorímetro aparecen dos escalas de medición. Cuáles son? De ellas utilizaría? Explique por qué utilizaría esta escala.

20. En la evaluación de estados nutricionales tiene importancia la determinación de ciertos cationes divalentes como cobalto y cinc en diferentes partes del cuerpo que



pueden ser uñas y pelo; qué equipo utilizaría para poder realizar esta determinación? En qué se basa su funcionamiento? Qué función realiza la llama en el mismo?

21. En algunos equipos ópticos de medición se utiliza una llama. Cuáles son ellos? Existe alguna diferencia en la función de la misma? Explique.

22. En la fotometría de absorción debe utilizarse luz monocromática, la cual posee un rango estrecho de longitudes de onda. Por qué en el espectrofotómetro se tienen dos lámparas, una de tungsteno y otra de deuterio? Cómo puede obtenerse la luz monocromática? En caso de más de una respuesta diga qué condición es mejor. Qué relación tiene esto con la exactitud fotométrica del equipo?

23. Qué condiciones deben tener las cubetas de lectura para poder realizar correctamente una fotometría?

Orientaciones para Responder las actividades

- Revisar las bibliografías orientadas en la guía
- integrar los contenidos recibidos en las asignaturas de Introducción al laboratorio, Hematología Básica y Química Clínica
- Visitar el departamentos de química de un laboratorio clínico, en la medida de las posibilidades observar y anotar como se realiza la manipulación de los equipos de medición óptica.
- Después de responder la guía de estudio, entreviste el licenciado de laboratorio clínico para esclarecer dudas surgidas en el autoestudio. Revise las marchas técnicas que fundamentan la práctica de laboratorio para facilitar su vinculación con la educación en el trabajo. <sup>(9,10)</sup>
- Utilice las plataformas digitales para facilitar el intercambio con su profesor. Aula Virtual Salud Granma

Conclusiones del tema 2: resume el contenido tratado haciendo una valoración de la estrecha relación entre los fundamentos y principios de funcionamiento de cada equipo que se utiliza en los laboratorios de bioanálisis clínico y la calidad de los resultados de las investigaciones, Se refiere además a la responsabilidad que tienen los profesionales de esta especialidad de la salud en el diagnóstico certero de las alteraciones que se investigan en el laboratorio clínico



## CONCLUSIONES

La guía de estudio de análisis Instrumental favorece el desarrollo de habilidades docentes necesarias para el cumplimiento con calidad de la asignatura, propicia una mayor autopreparación y fortalece el hábito del estudio individual.

Le propicia a los estudiantes la capacidad de aprender por sí mismo, que de repente se ha convertido en un requisito previo en este mundo nuevo.

El estudio independiente obligado y sistemático lleva consigo la responsabilidad de la propia formación por parte del alumno y esto es importante si consideramos que las universidades han estado renunciando al proceso formativo.

La aplicación del sistema de guías de estudio de la asignatura análisis Instrumental permitió demostrar su validez para el aprendizaje de los contenidos de la signatura. Los criterios emitidos sobre su calidad por los especialistas y estudiantes, son favorables

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez. G. Fundamentación de la licenciatura en Bioanálisis clínico. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Tecnología de la Salud. 2010.
2. Universidad Virtual de Salud. Carrera de Bioanálisis clínico. Facultad de Tecnología de la Salud. 2015.
3. Bermejo Moreno R y Moreno Ramírez A. Análisis Instrumental:, parte III técnicas ópticas espectroscópicas. EDITORIAL SÍNTESIS, S. A. Vallehermoso, 34. 28015 Madrid Teléfono 91 593 20 98 <http://www.sintesis.com>
4. Cabrera, Armando y Gloria Lines: Análisis Instrumental. Tomos I y II. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 1988. (Reimpresión de le edición de 1983).
5. Ayres G. Análisis Químico Cuantitativo, 2011 Nocedo I. Castellanos B. García G. Metodología de la investigación educacional. La Habana: Pueblo y Educación, 2002
6. Castañeda E y Colaboradores. Análisis Instrumental Guía de Aprendizaje – Información al estudiante  
[https://www.etsit.upm.es/fileadmin/documentos/estudios/grado\\_bioingenieria/Guias\\_de\\_Aprendizaje/Curso\\_2013-14/95000112\\_2013\\_14\\_AINS.pdf](https://www.etsit.upm.es/fileadmin/documentos/estudios/grado_bioingenieria/Guias_de_Aprendizaje/Curso_2013-14/95000112_2013_14_AINS.pdf).



7. Gómez Ruiz MA, Rodríguez Gómez G, Ibarra Sáiz MS, *Developing the e-Learning-oriented e-Assessment*. e-Journal of Educational Research, Assessment and Evaluation [Internet]. 2013 [citado 2017 feb 18]; 19(1): Disponible en: [http://www.uv.es/relieve/v19n1/RELIEVEv19n1\\_1eng.pdf](http://www.uv.es/relieve/v19n1/RELIEVEv19n1_1eng.pdf)
8. Rodríguez González LJ. *El estudio independiente* [Internet]. 2015 [Citado 2017 sep 21]. Disponible en: <http://enteratecardel.com.mx/2015/05/14/el-estudio-independiente-y-el-trabajo-colaborativo/>
9. Sánchez Camacho Z. Riera R. Abreu V. *Prácticas de Laboratorio de Análisis Químico para Tecnólogos de la Salud*.
10. Chacón E. Cordeiro E. Llerena A. *Manual de Prácticas de laboratorio de Química Analítica II*. ENSPES. UH

**Los autores certifican la autenticidad de la autoría declarada, así como la originalidad del texto**