



# PROPUESTA DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL TEMA DE ÁCIDOS NUCLÉICOS ABORDADO EN BIOQUÍMICA GENERAL

**MARÍA VIRGEN GARCÍA RANGEL**

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL - ENCB  
mgarcira@ipn.mx

**NANCY AIDE HERRERA FERNÁNDEZ**

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL – ENCB  
nancyaideh@gmail.com

**GUADALUPE ESTELA ZAVALA PÉREZ**

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL – CICS UMA  
experimentaltc@yahoo.com.mx

## RESUMEN

Se han detectado deficiencias en la adquisición de conocimientos básicos de la Unidad de aprendizaje de Bioquímica General, lo cual nos ha motivado a proponer una secuencia de actividades y el material didáctico acorde a ella, para lograr que los alumnos se apropien de los conocimientos en forma amena y con un papel activo. Ambas propuestas son sencillas, sin embargo tienen la posibilidad de ser escaladas a una mayor complejidad de uso y conocimientos, en coherencia con los objetivos del curso en el que se apliquen con la guía del docente, de tal forma que bien puede ser útil tanto en el nivel de enseñanza media superior como en el de superior. Después de aplicarlo en dos grupos pequeños uno de profesores y otro de alumnos podemos decir que cumple con el objetivo de ayudar al estudiante a reflexionar en cada uno de los conceptos que se desarrollen. Por lo que deseamos contribuir con estas ideas en la práctica docente de profesores de bioquímica u otras unidades de aprendizaje relacionadas que aborden el tema de Ácidos Nucleicos, poniéndolas a su consideración.

**Palabras clave:** Material didáctico, Bioquímica, Ácidos nucleicos.





## INTRODUCCIÓN

La carrera de QBP es una de las más antiguas y reconocidas del IPN ha evolucionado poco a poco en nombre y currículum. La asignatura de Bioquímica ha estado presente al menos desde hace 35 años en su plan de estudios. La Unidad de Aprendizaje (UAp) de Bioquímica General o básica se imparte en la mayoría de los planes de estudio del área médico-biológica que oferta el Instituto Politécnico Nacional (IPN) o bien hay algunas UAp que reciben nombres similares o algunos que sugieren a la química o la bioquímica, aplicada a los objetivos de la carrera de la que forman parte. En cualquier caso es prácticamente seguro que uno de sus contenidos es el tema de Ácidos Nucleicos, siendo común en la mayoría de los planes de estudio los conceptos y estructuras básicas para después desarrollarlo hasta sus funciones y aplicaciones. La profundidad con la que se imparte varía aparentemente según los objetivos del plan de estudios de la carrera en cuestión.

Por otra parte hay otras asignaturas que abordan el tema o lo requieren como antecedente, es el caso de la UAp de Genética Microbiana del 5º semestre de la carrera de Químico, Bacteriólogo Parasitólogo (QBP) de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del IPN de modalidad escolarizada. Genética Microbiana es una UAp teórico – práctica y en ella como en otras asignaturas los métodos tradicionales de impartir cátedra en una exposición magistral ha predominado hasta la actualidad, sin embargo la iniciativa, inquietud e innovación de algunos profesores empiezan a tener resultados en pequeñas o grandes modificaciones a la práctica docente sobre todo en su fase teórica, ya que no se dan en forma colegiada pero si con un gran compromiso individual de acercarse al actual modelo educativo por competencias implementado por el instituto desde el año 2000 (IPN-2004). La fase práctica tiene una formación con mayor peso sobre el estudiante mismo, para desarrollar habilidades y pensamiento analítico que le permitan tener herramientas (competencias) en el área de las aplicaciones del conocimiento y en la de la investigación. Sin embargo se han detectado deficiencias considerables en los conocimientos de bioquímica que al menos que nos obligan a reflexionar tanto en el papel del docente como en el del estudiante.

## DESARROLLO





Genética Microbiana cada semestre se reciben alumnos de 5º semestre a los que se les aplica un examen diagnóstico en su curso práctico, que pretende hacer evidente el conocimiento y aplicación de los conceptos mínimos básicos requeridos para llevar este curso a buen término, después de cursar bioquímica general inmediatamente antes que Genética Microbiana los estudiantes deben tener los conocimientos necesarios para contestarlo satisfactoriamente en su totalidad. Sin embargo esto no ocurre, el examen comprende habilidades matemáticas básicas (sumas, restas, divisiones, multiplicaciones sin y con el uso de exponentes y algunas aplicaciones en química y microbiología y conceptos de bioquímica).

El tiempo de examen es de 1 hora como máximo, sin uso de calculadora y no es considerado en la calificación del curso, en esta ocasión nos centraremos en la sección del examen diagnóstico que evalúa conceptos de bioquímica, lo hace de manera indirecta las primeras 5 preguntas y las 2 restantes en forma directa. Son preguntas abiertas que evalúan conceptos básicos aplicables a la microbiología y la genética microbiana, no hay gran complejidad en ellas ya que solo se pregunta indirectamente sobre las moléculas requeridas para la nutrición de los organismos, la capacidad de síntesis de moléculas indispensables para su crecimiento y los componentes de los ácidos nucleicos pero no de sus niveles estructurales o funciones.

La tabla 1 muestra la rúbrica de la evaluación para el examen en la que se observa que cada pregunta de siete tiene tres posibles calificaciones y la calificación total se calcula en base 10.

Para documentar la evidencia de este problema se hicieron estadísticas (Gaínzd. J. 1985, SEP 2011), con una muestra de 55 alumnos, calculando la frecuencia para cada respuesta y la evaluación total de esta sección, los resultados podemos observar en la figura 1 y 2. Las preguntas con un mayor número de respuestas incorrectas son las relacionadas con los factores de crecimiento y sobre todo con la capacidad de sintetizarlos, en las correspondientes a los medios de cultivo, su clasificación y componentes, se incrementaron las respuestas correctas y parcialmente correctas, mientras que para las preguntas que corresponden directamente a los ácidos nucleicos hay todavía una mayor cantidad de respuestas correctas. Sin embargo en la expectativa de que todos los estudiantes deberían obtener 10 en su evaluación, los resultados son desalentadores (Figura 1).





En la figura 2 encontramos que el 9% de 55 alumnos pueden responder satisfactoriamente todas las preguntas y solo el 43 % tiene una calificación mayor o igual a 6, lo que genera preocupación y reflexión con respecto a lo que podemos hacer los docentes y los propios estudiantes para mejorar esta situación. El éxito en el proceso enseñanza – aprendizaje es una responsabilidad compartida que los estudiantes pueden enfrentar con el auto aprendizaje y los docentes aplicando diferentes estrategias para lograr que los conocimientos sean adquiridos y el estudiante se apropie de ellos con la capacidad de aplicarlos en el área laboral o de investigación.

La propuesta de material podría ser parte de la solución al problema para facilitar el aprendizaje en bioquímica general o para iniciar con un repaso en cualquier otra UAp, consta de una secuencia de actividades y el material correspondiente para llevarla a cabo.

**Tabla 1. Rubrica de evaluación del examen diagnóstico de Genética Microbiana para la sección de bioquímica.**

Pregunta	Respuesta		
	Correcta = 1	parcialmente correcta = 0.5	Incorrecta = 0
<b>1.- Definir:</b> Factor de crecimiento	Compuestos químicos (orgánica) indispensables para el crecimiento de un organismo. (Los hay de tres tipos aminoácidos, bases nitrogenadas, y vitaminas)	Cualquier mención parcial o incompleta de la correcta.	Cualquier mención diferente
<b>2.- Definir:</b> Organismo protótrofo	Organismo que sintetiza todos sus factores de crecimiento.	Cualquier mención parcial o incompleta de la correcta.	Cualquier mención diferente
<b>3.- Definir:</b> Organismo auxótrofo	Organismo que no sintetiza todos sus factores de crecimiento (al menos uno).	Cualquier mención parcial o incompleta de la correcta.	Cualquier mención diferente
<b>4.- Menciona 2:</b> Medios de cultivo que conozcas y su clasificación	Clasificaciones de medios de cultivo, hay varias: por sus <b>componentes</b> (sintético y complejos), su <b>utilidad</b> (selectivos, diferenciales, de enriquecimiento y de transporte), solo por dar algunos ejemplos, ya que hay una gran variedad y uno de ellos puede estar en más de una clasificación. Medio rico: BHI Medio diferencial: EMB, SS Selectivo: S110, EMB Enriquecido: Gelosa Sangre	Cualquier mención parcial o incompleta de cualquier clasificación y sus ejemplos.	Cualquier mención incongruente con las clasificaciones.
<b>5.- ¿Qué es un medio de cultivo mínimo y que lo compone?</b>	Es el que contiene los nutrientes mínimos indispensables para el crecimiento de un organismo Fuente de carbono: glucosa	Cualquier mención parcial o incompleta de la correcta.	Cualquier mención diferente un medio salino con fuente de carbono.





	Sales inorgánicas como fuente de magnesio, nitrógeno, fósforo y azufre		
<b>6.- ¿Cuáles son las bases nitrogenadas?</b> Pirimídicas:  Púricas:	Uracilo (U) Timina (T) Citocina (C)  Adenina (A) Guanina (B)	Alguna de las mencionadas en la celda de la izquierda respectivamente	Cualquier mención diferente
<b>7.- ¿Qué es un Nucleótido?</b>  <b>¿En qué se diferencia un nucleósido de un desoxinucleótido?</b>	Molécula orgánica formada por la unión covalente de: Ribosa+base nitrogenada +fosfato (RNA)  Ribosa+base-nitrogenada Monómero del Ácido Ribonucleico (ARN/RNA)  Desoxiribosa+base-nitrogenada+fosfato Monómero del Ácido desoxiribonucleico (ADN/DNA)	Alguna de las mencionadas en la celda de la izquierda respectivamente	Cualquier mención diferente
1 al 5 Prescott L.M. 1998 6 y 7 Mural R. K. 2013			

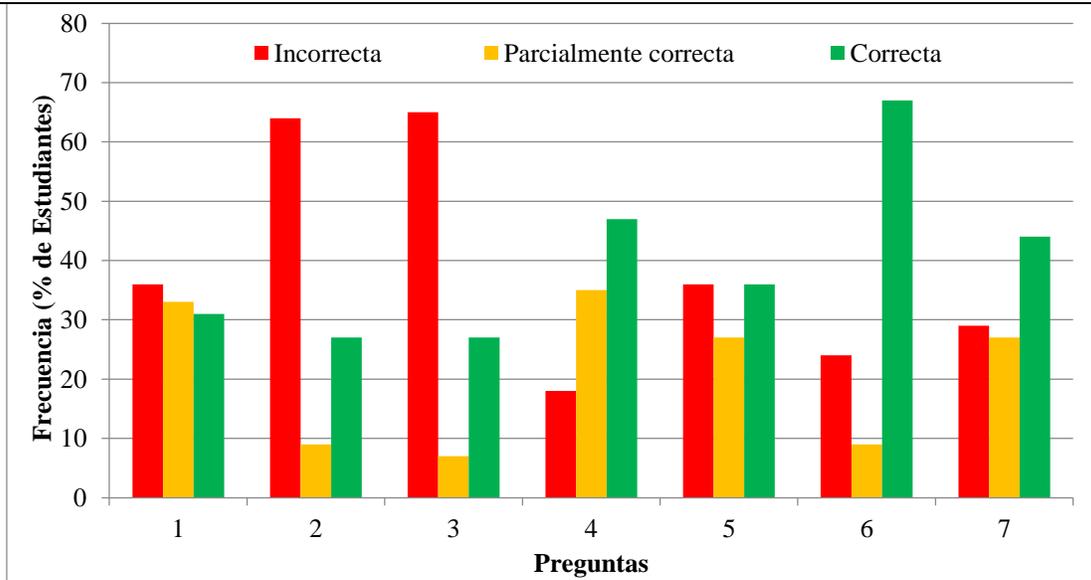
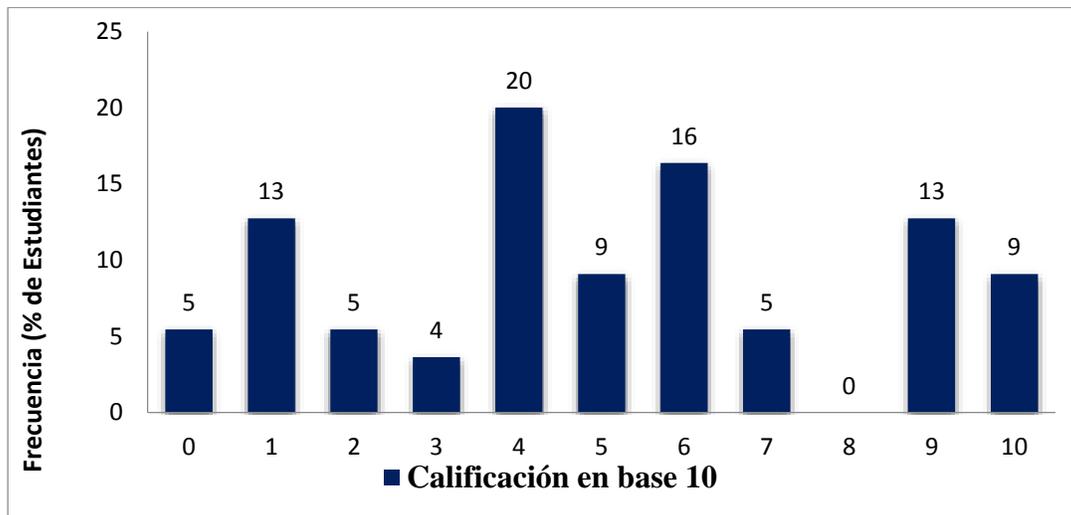


Figura 1. Frecuencia para el tipo de respuesta en la sección de Bioquímica del Examen diagnóstico de Genética microbiana impartida en la ENCB – IPN, para cada una de las preguntas.





**Figura 2. Frecuencia de las calificaciones en el examen diagnóstico de Genética Microbiana para la sección de bioquímica.**

El proyecto de investigación con título “El diseño del currículo potencialmente aplicado en el nivel superior fundamentado en paquetes didácticos y evaluación para bioquímica” y número de registro SIP: 20140492. En el que trabajamos un grupo de profesionales, docentes y estudiantes, nos permitió hacer la propuesta de materiales para los cinco temas principales de bioquímica (agua, carbohidratos, aminoácidos y proteínas y ácidos nucleicos) abordando las estructuras y propiedades básicas. La secuencia y los materiales fueron probados en el Taller de “Análisis e implementación de materiales didácticos transversales”, en él pudimos aplicarlo en un grupo de 4 docentes y otro de 4 estudiantes de nivel medio superior.

## **SECUENCIA DE ACTIVIDADES**

Partiendo de la idea que alguna vez nos hemos cruzado con la idea o los conceptos que describen y definen la estructura y las funciones del material genético.

### 1. Lluvia de ideas:

Cada participante aportará en el pizarrón o rota-folio de una a tres palabras o frases relacionadas con el MATERIAL GENÉTICO (Evidencia 1 - grupal).

### 2. Trabajo en equipo:





Cada equipo definirá y expondrá los conceptos que se le asignen aleatoriamente, hará la elección de una imagen representativa y marcará las palabras o frases utilizadas de la lluvia de ideas; el profesor o un equipo puede ser el monitor encargado de recolectar los conceptos corregidos y hacer la definición de material genético, ácido ribonucleico (ARN – RNA) y ácido desoxirribonucleico (ADN – DNA) exponiendo una propuesta para estos conceptos y complementarlos entre todos de ser necesario, desarrollar un texto complementario en el que se incluyan las ideas no utilizadas y por último proponer la lista de las palabras clave que sean importantes y por lo tanto debieron estar presentes en una lluvia de ideas pero no fueron propuestas.

Evidencia 2 - grupal. En archivo digital o impreso en forma de glosario, el equipo monitor recopilará el trabajo de todos, indicando lo que corresponde a cada equipo.

- Formación de equipos
- Definición de los conceptos a trabajar
- Elementos químicos en el Material Genético
- Grupo fosfato
- Ribosa y desoxirribosa
- Bases nitrogenadas
- Nucleosido
- Nucleótido
- Estructura primaria
- Estructura secundaria
- Estructura terciaria
- Propiedades del ARN

(Carácter iónico y ácido, solubilidad, densidad, viscosidad)

Propiedades del ADN

(Complementariedad, estabilidad-tipo de enlaces presentes-, desnaturalización, renaturalización, degradación y síntesis -precursores y enzimas en lo general-)

- Funciones generales del ARN
- Funciones generales del ADN





Búsqueda de información en fuentes diversas en origen y modalidad.

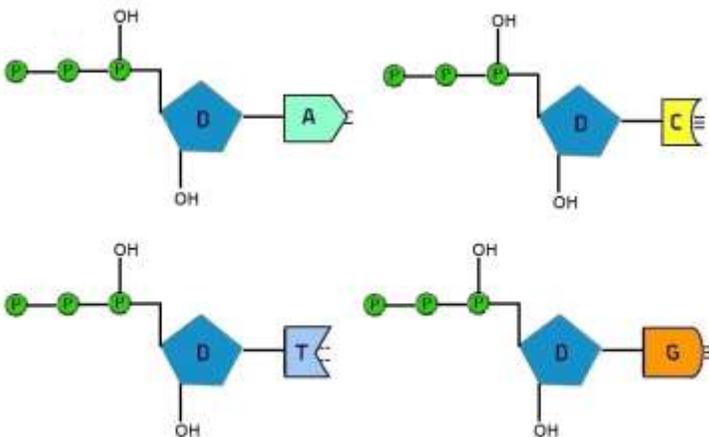
3. Exposición de conceptos y discusión o complementación de ellos entre los equipos formados.
4. Llenado (simultáneo a la exposición) de la tabla de similitudes y diferencias del ARN y el ADN. Evidencia 3 personal.

Estructura 1ª: Creación aleatoria de un polímero con estructura primaria de ADN.

5. Estructura 2ª: A partir de la anterior aplicando el concepto de complementariedad.
6. Estructura 3ª: Relación con la organización, asociación con proteínas y función.

## MATERIAL DIDÁCTICO

El material didáctico incluye las tarjetas para sortear los conceptos, los exámenes inicial (de diagnóstico) y final, dos tablas para llenar una con las diferencias entre ADN y ARN, otra con las secuencias aleatorias que deben construir y sus complementarias, así como cuatro diferentes plantillas para la construcción de los diferentes niveles de estructura presentes en el DNA con el uso de desoxinucleotidos trifosfato para simular la polimerización de la misma forma que lo haría una DNA polimerasa. Las imágenes que a continuación se presentan son la muestra de las plantillas.



La investigación se desarrolló con la sistematización propuesta por la Ingeniería didáctica, así que en la prueba frente a grupo de los materiales se hicieron análisis *a priori* y *posteriori* en





ambos grupos de manera simultánea, es importante mencionar que solo uno del grupo de docentes pertenecía al área de medicobiológicas el resto y los estudiantes pertenecían a otras áreas. Sin embargo todos fueron entusiastas y colaboradores, comentando que el ejercicio si había despertado su interés en el tema. Se fomenta el trabajo en equipo y la empatía con el que presenta mayor dificultad para la comprensión de los temas o actividades. Esta versión es conveniente sobre todo para nivel medio superior, el uso de fórmulas desarrolladas en la imagen pueden considerarse para nivel superior.

Se detectaron momentos de conflicto que fueron resueltos con la guía del docente a cargo, obligando a la reflexión sobre los conceptos y a la asociación con las características y propiedades propias del DNA a diferencia de las del RNA. De igual manera los errores en el desarrollo pueden aprovecharse para resolver conflictos, dar ejemplos de algunos conceptos revisados o introducir otros como las mutaciones (cambios aleatorios en la secuencia de nucleótidos en el DNA).

## **CONCLUSIONES**

- En la sección que se correlaciona con bioquímica general y microbiología solo el 9% de la población obtuvo el total de respuestas correctas.
- En el caso de considerar el examen completo nadie obtuvo 10, sin embargo cerca del 60 por ciento obtuvo una calificación mayor o igual a 6.
- Deberán revisarse las prácticas docentes, así como los hábitos de estudio en los estudiantes para tener un mejor resultado sobre del curso de bioquímica.
- Los materiales propuestos son accesibles y de fácil manejo, despertando el interés sobre el tema y facilitando su comprensión.
- Es importante que el docente guíe las actividades una vez familiarizado con la secuencia y material para tener un mejor resultado.

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

Gaínzd. J., García D. Diagnósticos y Análisis de Pruebas de evaluación mediante uso de equipo y programas de computación. Costa Rica, 1985.





Instituto Politécnico Nacional (IPN)., Materiales para la reforma: “Un nuevo modelo educativo para el IPN”. 2004.

Mural R. K., D. A. Bender., K. M. Botham., P. J. Kennelly., V. W. Rodwell., P. A. “Harper, Bioquímica ilustrada”, 29ª edición, 2013, Mc Graw Hill Interamericana editores S. A. de C. V. México D. F. Pp 323-330.

Prescott L. M., J. P. Harley y D. A. Klein “Microbiology”, 3ª edición, 1996, Win. C. Brown Publisher. Pp 99-108.

Lineamientos de la evaluación del aprendizaje, Secretaría de Educación Pública (SEP), DBG/DCA/SPE/DES-07-2011

