

# Diseño de un manual práctico de laboratorio para la enseñanza y aprendizaje de la genética molecular

*Sara Macedo*

*Diana Ortiz*

Universidad Católica Andrés Bello

## Resumen

El objetivo del siguiente trabajo fue diseñar un manual de prácticas de laboratorio como herramienta para la enseñanza y aprendizaje de Genética Molecular en la especialidad de Biología y Química de la Universidad Católica Andrés Bello, siendo propuesta a ser el material de apoyo apropiado para docentes y estudiantes, y contribuir así con el aprendizaje significativo y el logro de las competencias en las actividades de laboratorio de la asignatura de Genética Molecular. El manual de actividades prácticas de laboratorio sobre Genética Molecular posee actividades y estrategias didácticas que pretenden contribuir al mejoramiento del proceso enseñanza aprendizaje, enmarcado en las competencias del egresado de la especialidad. Para su elaboración, se realizó un diagnóstico de la situación problemática, donde la inexistencia de un manual de prácticas de laboratorio como guía para el desarrollo de las actividades prácticas fue evidente, luego una revisión minuciosa del programa de la asignatura en función de lo cual se diseñó la propuesta del manual cumpliendo con las competencias y contenidos establecidos. Finalmente se realizó la validación del manual a través de un instrumento tipo rúbrica aplicado a docentes especialistas, determinando que es adecuado para ser utilizado y probablemente contribuirá a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, constituyendo un aporte para la institución y aprendizajes en los estudiantes de la mención.

Palabras Clave: biología molecular, manual de laboratorio, recursos, enseñanza y aprendizaje.

## Design of a laboratory practical manual for the teaching and learning of molecular genetics

### Abstract

The objective of the following work was to design a laboratory practice manual as a tool for the teaching and learning of Molecular Genetics in the specialty of Biology and Chemistry of the Andrés Bello Catholic University, being proposed to be the appropriate support material for teachers and students, and thus contribute to meaningful learning and the achievement of competencies in the laboratory activities of the Molecular Genetics course. The manual of practical laboratory activities on Molecular Genetics has activities and didactic strategies that aim to contribute to the improvement of the teaching-learning process, framed in the competences of the graduate of the specialty. For its preparation, a diagnosis of the problematic situation was made, where the absence of a laboratory practice manual as a guide for the development of practical activities was evident, then a thorough review of the program of the subject based on which designed the proposal of the manual complying with the established competences and contents. Finally, the validation of the manual was carried out through a rubric type instrument applied to specialist teachers, determining that it is suitable for use and will probably contribute to improving the teaching-learning process, constituting a contribution to the institution and learning in the students of the mention.

Keywords: molecular biology, laboratory manual, resources, teaching and learning.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años ha sido de interés fundamental en el área de las ciencias biológicas y el desarrollo de estrategias didácticas que se contribuya al mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje para garantizar la adecuada alfabetización científica y lograr individuos formados de manera óptima para enfrentarse a los retos actuales (Fingini, E; De Micheli, A., 2005). En este sentido, la concepción educativa, sobre la cual se basa el modelo curricular aprobado por la Universidad Católica Andrés Bello, UCAB, considera como objetivo de la educación superior y de sus egresados la preparación profesional en la carrera de Educación mención Biología y Química, cumpliendo un desarrollo integral y que este desempeñe funciones docentes y de investigación en las áreas de Biología y Química en los diferentes niveles de estudio; a través de la transversalidad del logro de competencias que le permita liderar grupos en diversos ámbitos en los que logre desenvolverse y alcanzar a la ética exigida en la educación venezolana para su compromiso con la transformación social.

La presente investigación trata acerca de una propuesta para incorporar un manual de prácticas de laboratorio en la cátedra de Genética Molecular en la Universidad Católica Andrés Bello, sede Montalbán en la ciudad de Caracas, Venezuela.

La propuesta fue diseñar un manual de prácticas de laboratorio que sirva de apoyo para el docente así como también para el estudiante, contribuyendo así a mejorar el proceso enseñanza aprendizaje a través del aprendizaje significativo, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, entre otros.

### **1. PLANTEAMIENTO**

La importancia del aprendizaje de los diferentes conceptos y técnicas de la genética están aplicadas a la solución de infinitos problemas en biología, así como el estudio de ciertos organismos para el posible diagnóstico y diferentes tratamientos de enfermedades hereditarias, determinación de la susceptibilidad a enfermedades complejas, además esta posee diferentes campos de acción como tecnología de alimentos, farmacología, filogenética, ingeniería genética, fisicoquímica, entre otras.

La asignatura de Genética Molecular forma parte del currículo de la especialidad de Biología y Química en la Universidad Católica Andrés Bello desde el año 2014 y a pesar de que es una materia teórico práctica con horas asignadas para el desarrollo de actividades de laboratorio y temas de prácticas sugeridas, hasta el momento, no cuenta con un manual de prácticas de laboratorio como herramienta para la enseñanza y aprendizaje de dicha asignatura. De manera que el desarrollo de dicho manual ayudaría a desarrollar las competencias, siendo este uno de los cambios en la propuesta educativa.

El desarrollo de manuales de prácticas de laboratorio, representa un apoyo para el docente para que pueda contribuir con la ardua actividad de formalizar actividades prácticas, contribuir con la sistematización de conocimientos y realizar una mejor gestión (Alemán & Mata, 2006). Donde el beneficio para el estudiante es que cada uno pueda organizar la información, relacionar y crear conocimientos para aplicarlos, ejercitar habilidades, conocer nuevas técnicas o métodos para poder realizar respuestas lógicas así como motivar y mantener el interés en los diferentes contenidos de la cátedra a través del pensamiento crítico y creativo, el aprendizaje basado en experiencias y por tanto el aprendizaje significativo.

Si no se realizan prácticas de laboratorio debidamente estructuradas se deja de un lado la estimulación hacia el “hacer ciencia”, lo cual busca el fin de alcanzar desafíos y la mejora en la calidad de vida, donde la educación científica tiene un papel muy significativo en el desarrollo de las competencias y actitudes en las personas que los ayudarán a resolver problemas de la vida real, a su vez poder procesar la información y tomar decisiones acertadas sobre problemas que puedan surgir de las interacciones entre ciencia, tecnología y la sociedad. (UNESCO, 1987)

## **2. MARCO TEÓRICO**

Está ampliamente demostrada la factibilidad, importancia y los beneficios que tiene la elaboración de manuales de laboratorio como recurso didáctico; en el año 2009, en el Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias se propuso que los manuales de laboratorio proporcionan una herramienta de información y guía al alumnado aumentando a su vez la calidad de la docencia en todos los niveles. Algunas pautas metodológicas para realizar un manual que cumpla todas sus fases inicia desde que se propone la idea para resolver una necesidad, luego pasar por sucesivas etapas de estudio y formulación, hasta su ejecución, generando beneficios para los diferentes usuarios.

Es necesario resaltar el hecho de que no se ha elaborado un manual de guías de laboratorio para la asignatura de genética molecular en la carrera de Educación mención Biología y Química, que sería necesario y beneficioso para estudiantes y docentes que cursen y dicten esta asignatura respectivamente. Por lo que siguiendo con esta idea pueden pensarse los primeros puntos para relacionarlos en la implementación de las prácticas con la ciencia para proseguir estudios científicos, se toma como objetivo principal la ciencia para tomar decisiones en los asuntos científico-tecnológicos, a su vez para trabajar en empresas y para poder seducir al alumnado con divulgación que con educación en ciencias así como la ciencia útil para la vida cotidiana, satisfacer la curiosidad y desarrollarla cultura (Golombek, 2008).

Todo esto con el fin de lograr una mejor comprensión de la actividad científica tiene, en sí mismo, un indudable interés, en particular para quienes somos responsables, en buena medida, de la educación científica de futuros ciudadanos de un mundo impregnado de ciencia y tecnología.

## **3. METODOLOGÍA**

De acuerdo a los contenidos de la asignatura de Genética Molecular, se diseñó el manual de prácticas tomando en cuenta estrategias y actividades que permitan el desarrollo de las competencias enmarcadas en la asignatura. Posteriormente, se procedió a un proceso de validación del manual desarrollado, por parte de diez profesionales en las áreas de interés a saber: cinco en el área de biología y didáctica, y cinco en el área de la Genética Molecular. Cabe destacar que la población beneficiada serán todos los estudiantes que cursen la asignatura así como los docentes que la impartan.

En la primera etapa, diagnóstico, se revisó el programa de la asignatura de Genética Molecular de la Universidad Católica Andrés Bello, sede en Montalbán, Caracas, Venezuela, y se realizaron encuentros con los docentes del área de la Especialidad de Biología y Química de la Escuela de Educación, donde se pudo corroborar la inexistencia de un manual de prácticas de laboratorio en esta asignatura, con lo

cual no hubo duda alguna de la necesidad, importancia y aporte que tendría el desarrollo del mismo basado en el hecho de que éste contribuiría al mejoramiento del proceso enseñanza aprendizaje de los estudiantes. Vale la pena resaltar la importancia del método de enseñanza y aprendizaje en el hecho educativo, más aún en asignaturas teórico prácticas donde debe garantizarse que los estudiantes visualicen, manipulen, exploren, comprendan y relacionen los contenidos para poder alcanzar las competencias esperadas.

Como segunda etapa, diseño del manual de prácticas de laboratorio, las actividades se diseñaron en función de las necesidades detectadas, debido a la ausencia de contenidos prácticos contextualizados en aula, por lo que la utilización de un manual de prácticas de laboratorio da inicio a ser un recurso fácil y sencillo de obtener, mantener y manipular en el espacio de laboratorio y contribuir a que los contenidos sean impartidos de manera más pedagógica y dinámica, ayudando a fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje, además; las prácticas fueron diseñadas tomando en cuenta las competencias y criterios establecidos en el programa de la asignatura.

El manual está estructurado en diez prácticas, cada una con su título, los criterios de desempeño que se esperan desarrollar, los materiales que deben llevar los estudiantes, los materiales y equipos para la experiencia, actividades de pre laboratorio, las actividades pertinentes para cada práctica, actividades pos laboratorio, planteamientos para la discusión y sus debidas referencias.

Como última etapa, validación de expertos, se presentan los resultados obtenidos del instrumento tipo rúbrica a través del cual fue validado el manual por expertos en las distintas áreas de la educación (Biología, Genética Molecular y Didáctica), con la finalidad de evaluar y validar el manual de prácticas de laboratorio elaborado.

La rúbrica diseñada está estructurada de manera que los expertos pudiesen evaluar los aspectos fundamentales de cada práctica tales como: unidades de competencia, actividades de pre laboratorio, actividades, actividades de post laboratorio y planteamientos para la discusión y referencias, para lo cual se utilizó una escala de cero a cinco puntos donde cero puntos corresponde a la categoría donde el escrito no está bien desarrollado siendo difícil seguir la secuencia, dos puntos el escrito está organizado, no es de fácil seguimiento, tres puntos, el manual está organizado, refleja la identificación de ideas, siendo de fácil seguimiento; cuatro puntos está bien organizado y refleja la identificación y jerarquización de ideas y el mayor puntaje, cinco, el escrito está bien organizado y refleja la identificación y jerarquización de ideas y contenidos, siendo sobresaliente, cumple con los criterios de diseño planteados.

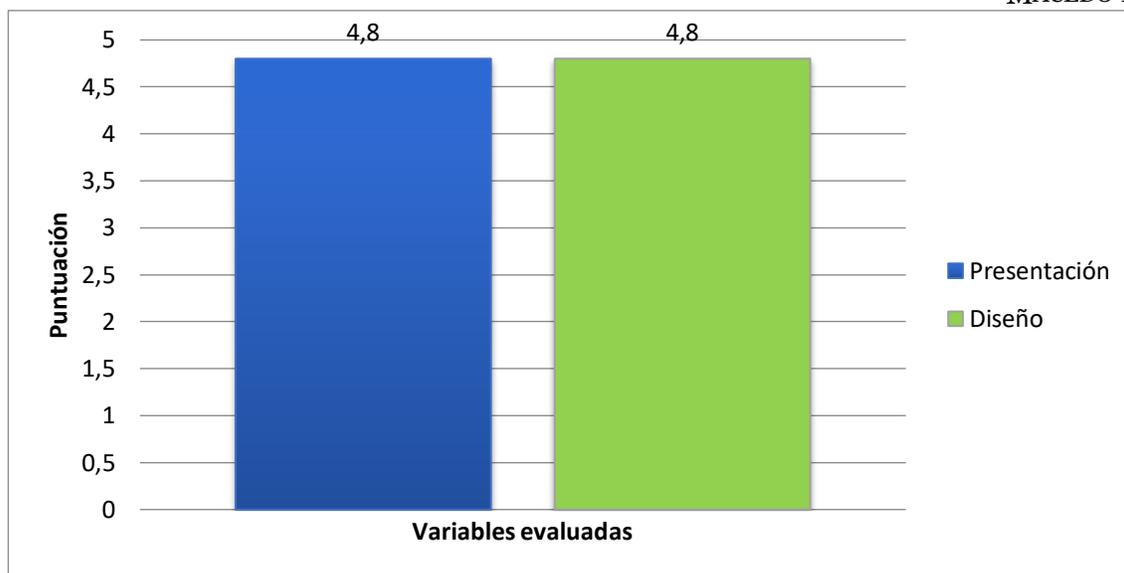


Figura 1. Matriz de evaluación para el manual de prácticas de laboratorio para Genética Molecular, donde se evalúa el diseño general de dicho manual.

Evaluándose en esta tabla el valor promedio del diseño general del manual, lo cual incluye presentación y contenidos; cada reglón tiene como escala de evaluación entre cero y cinco puntos, como se observa, de los nueve docentes que pudieron realizar la evaluación, el 96% colocó una calificación mayor a cuatro puntos.

Estos resultados fueron medidos para el registro de los datos del juez evaluador y otra para registrar la calificación de cada ítem, con ello, participar en el proceso de validación de contenido y poder evaluar las categorías de la herramienta, estos representan los ítem para verificar el cumplimiento total con lo que se espera de acuerdo con la definición de las categorías del diseño general del manual (Galicía, L y col; 2017).

A continuación se ejemplifica gráficamente los datos correspondientes a la evaluación de cada una de las prácticas:

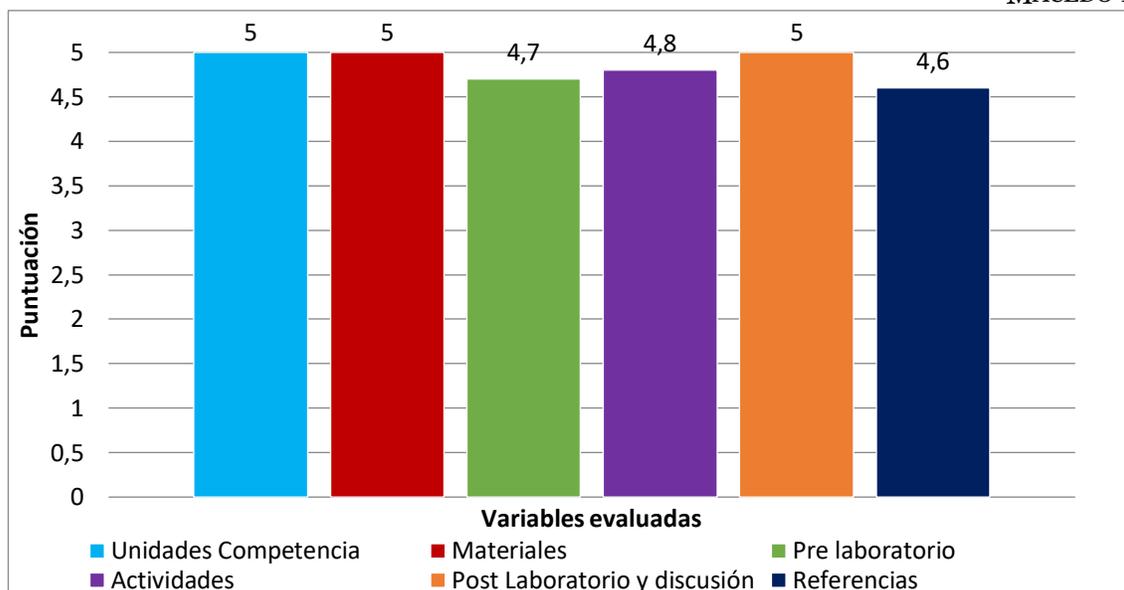


Figura 1. Práctica 1. Bioseguridad. Condiciones y normas generales en un laboratorio de Biología Molecular.

En la práctica 1 de bioseguridad condiciones y normas generales en un laboratorio de Biología Molecular, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,7 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 5 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,6 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29,1 puntos equivalente a un 97%.

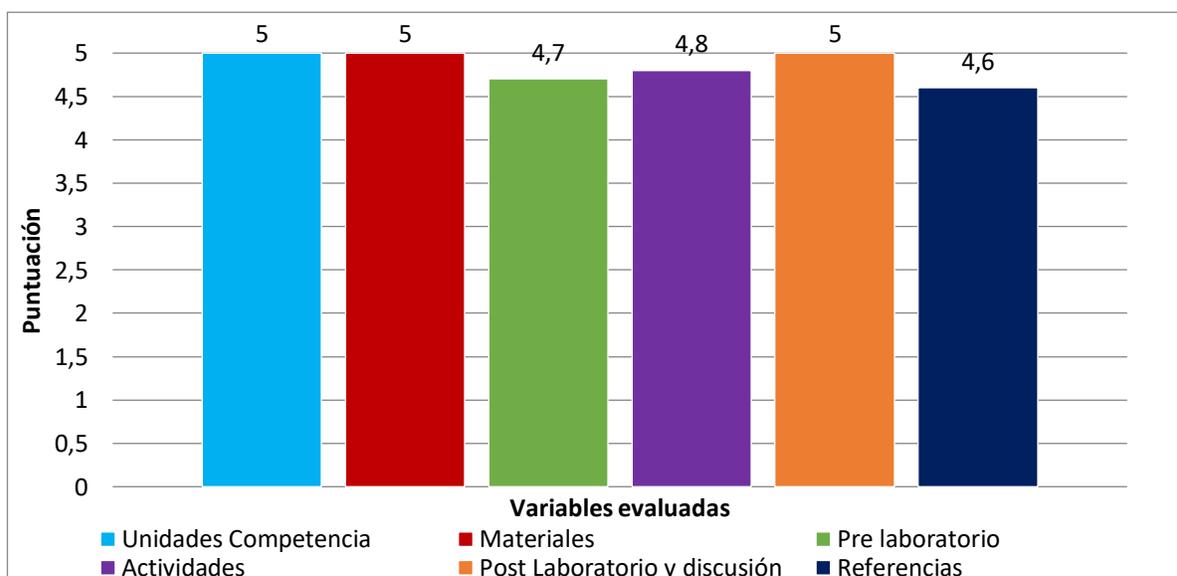


Figura 2. Práctica 2. Instrumentación básica. Manejo de la micropipeta.

En la práctica 2 de instrumentación básica. Manejo de la micropipeta, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,7 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 4,7 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,6 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 28,8 puntos equivalente a un 96%.

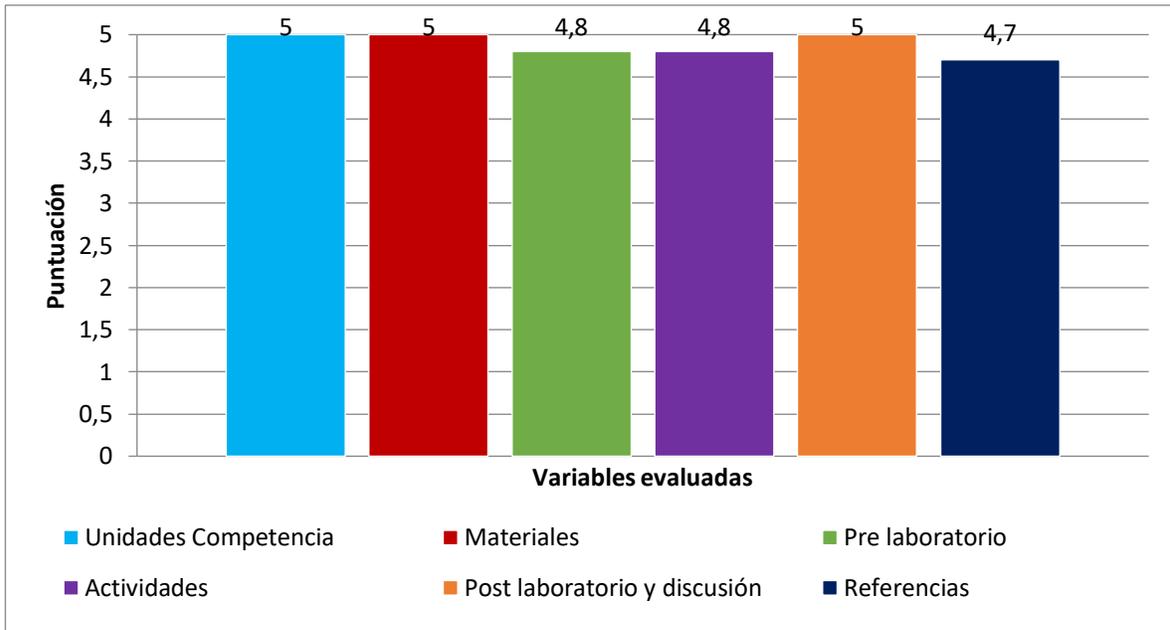


Figura 3. Práctica 3. Aislamiento de ADN bacteriano cromosomal y plasmídico.

En la práctica 3 de aislamiento de ADN bacteriano cromosomal y plasmídico, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 5 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,7 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29,3 puntos equivalente a un 97.6%.

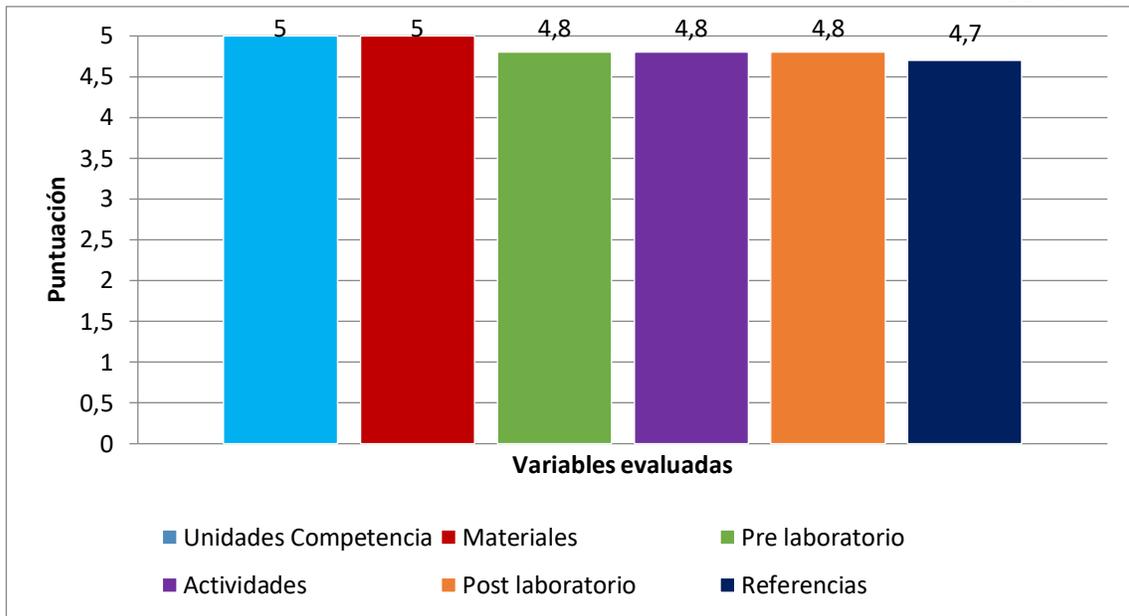


Figura 4. Práctica 4. Aislamiento de ADN total de células de mamíferos.

En la práctica 4 de aislamiento de ADN total de células de mamíferos, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 4,8 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,7 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29,1 puntos equivalente a un 97%.

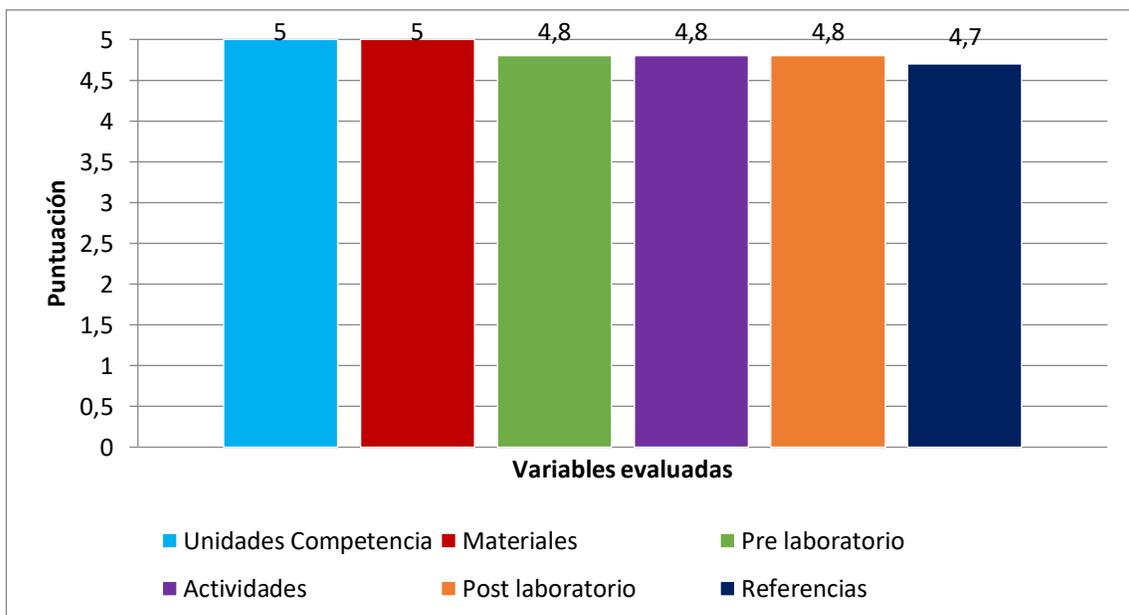


Figura 4. Práctica 4. Aislamiento de ADN total de células de mamíferos.

En la práctica 4 de aislamiento de ADN total de células de mamíferos, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 4,8 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,7 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29,1 puntos equivalente a un 97%.

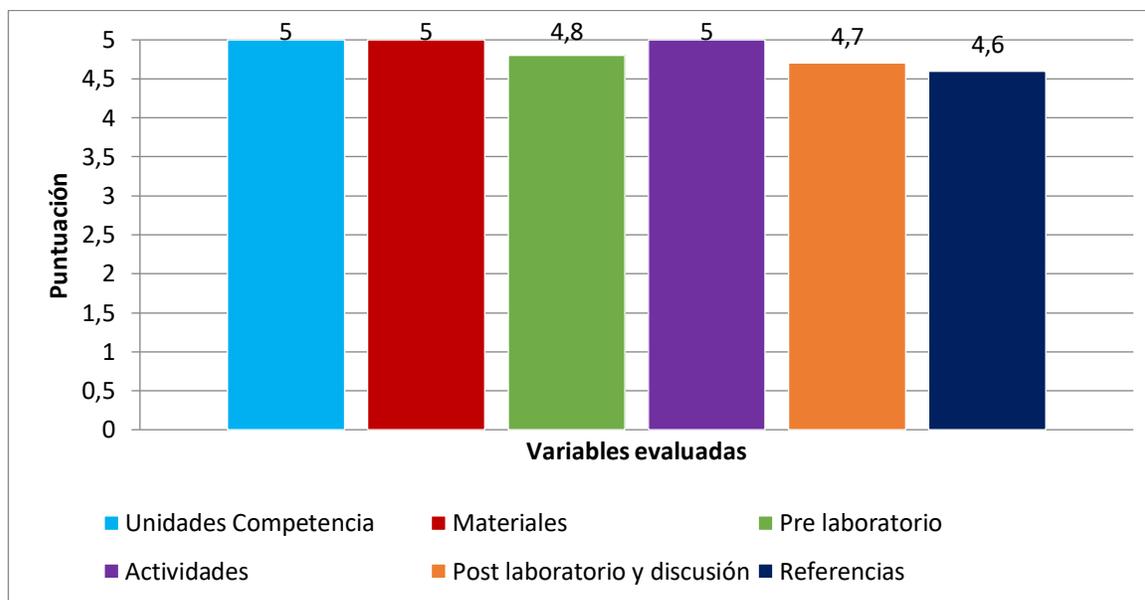


Figura 5. Práctica 5. Cuantificación de ADN.

En la práctica 5 de cuantificación de ADN, la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 5 puntos a actividades, 4,7 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,6 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29,1 puntos equivalente a un 97%.

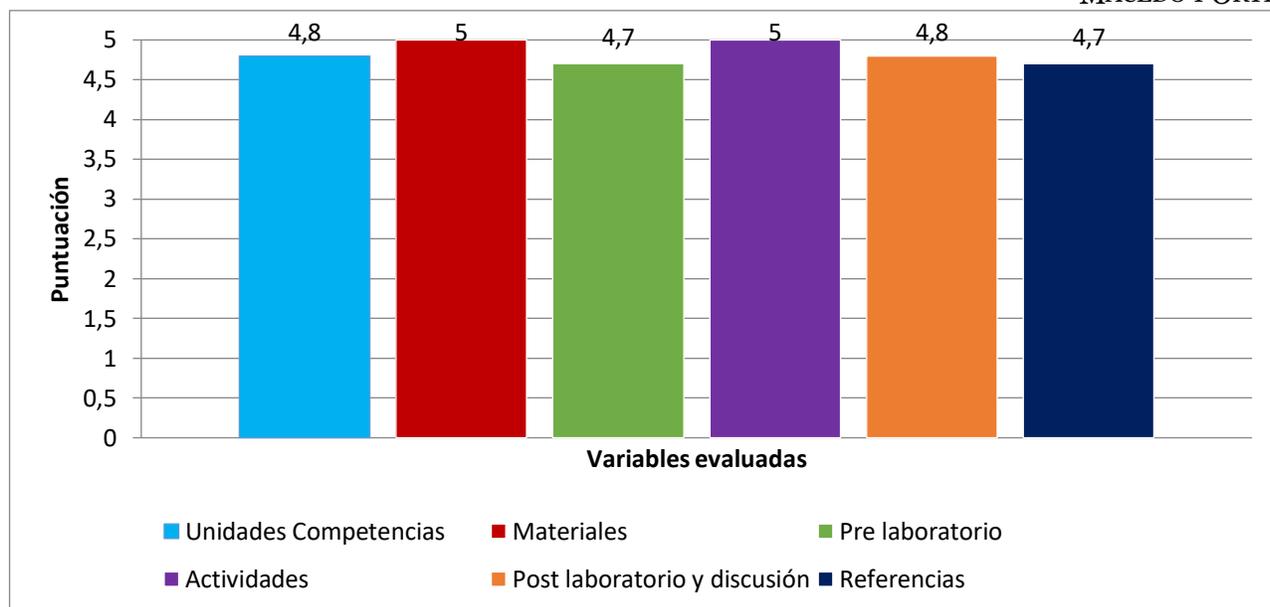


Figura 6. Práctica 6. Extracción del ARN.

En la práctica 6 de extracción de ARN, la totalidad de los validadores le adjudicaron 4,8 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,7 puntos a actividades de pre laboratorio, 5 puntos a actividades, 4,8 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,7 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 29 puntos equivalente a un 96%.

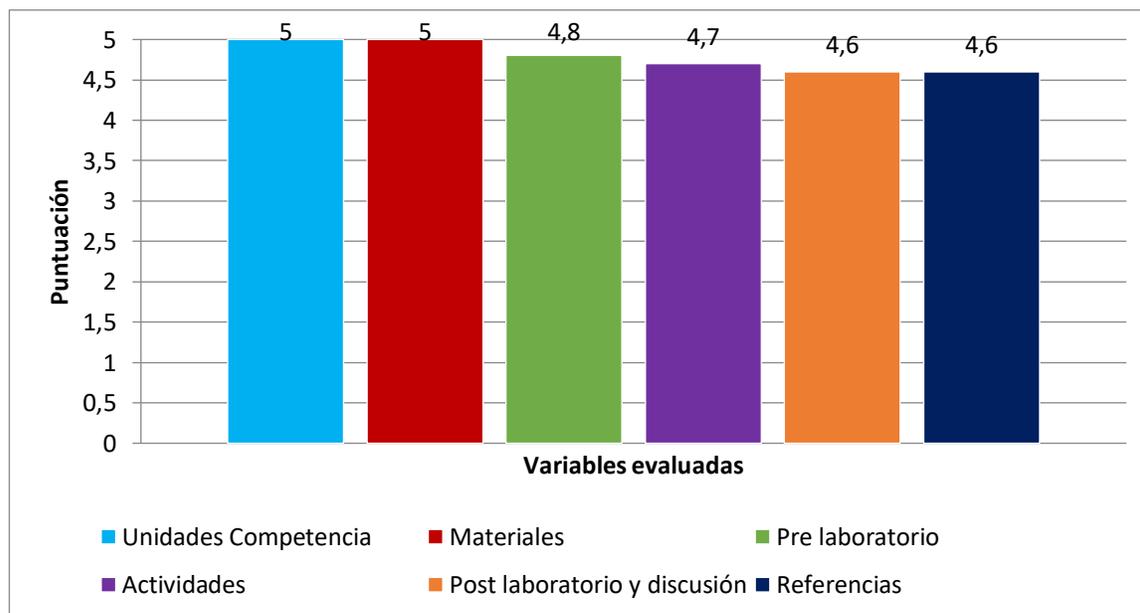


Figura 7. Práctica 7. Reacción en cadena polimerasa (PCR).

En la práctica 7 de reacción en cadena polimerasa (PCR), la totalidad de los validadores le adjudicaron 5 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,7 puntos a actividades, 4,6 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,6 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 28,7 puntos equivalente a un 95,6%.

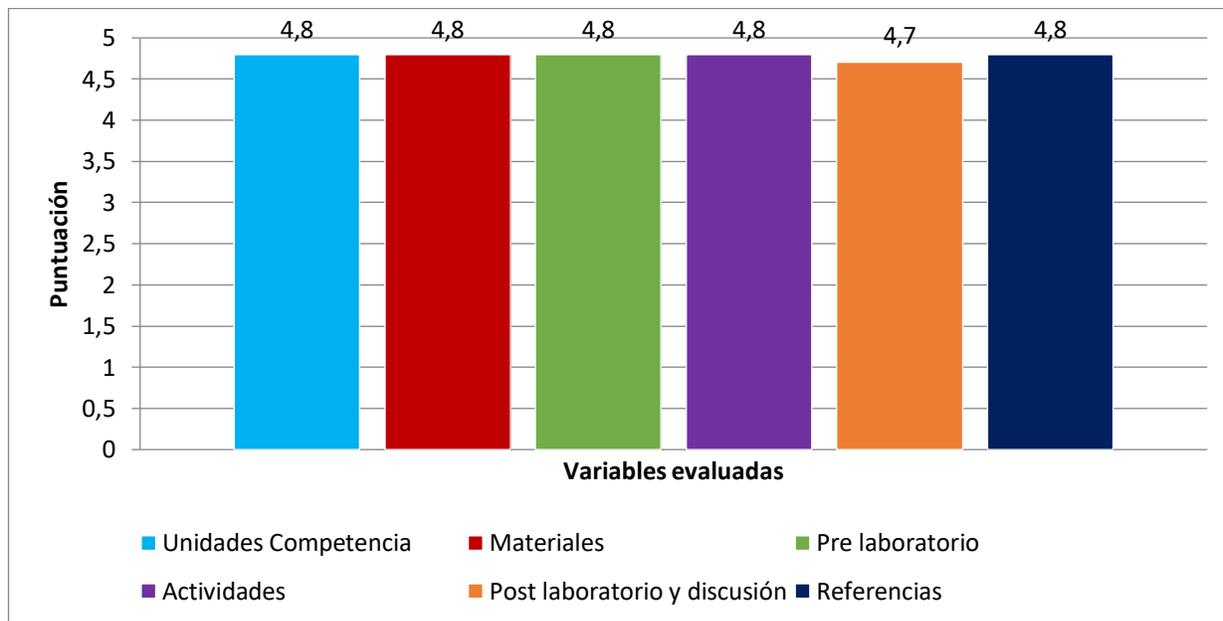


Figura 8. Práctica 8. Electroforesis en gel de agarosa.

En la práctica 8 de electroforesis en gel de agarosa, la totalidad de los validadores le adjudicaron 4,8 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 4,8 puntos a materiales, 4,8 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 4,7 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,8 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 28,7 puntos equivalente a un 95,6%.

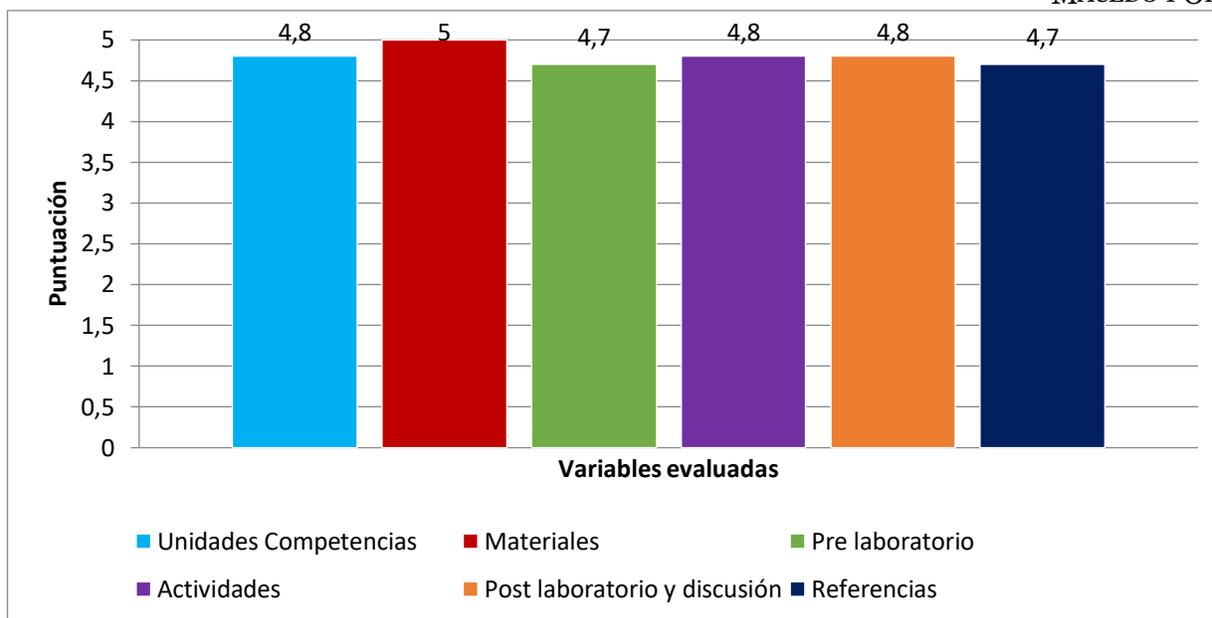


Figura 9. Práctica 9. Identificación de la caracterización de número de variable de repeticiones en tándem (VNTR) en sangre.

En la práctica 9, VNTR en sangre, la totalidad de los validadores le adjudicaron 4,8 puntos al renglón correspondiente a unidades de competencia, 5 puntos a materiales, 4,7 puntos a actividades de pre laboratorio, 4,8 puntos a actividades, 4,8 puntos en actividades de pos laboratorio y planteamiento de la discusión y 4,7 puntos a referencias. Estando valorada en un total de 28,8 puntos equivalente a un 96%.

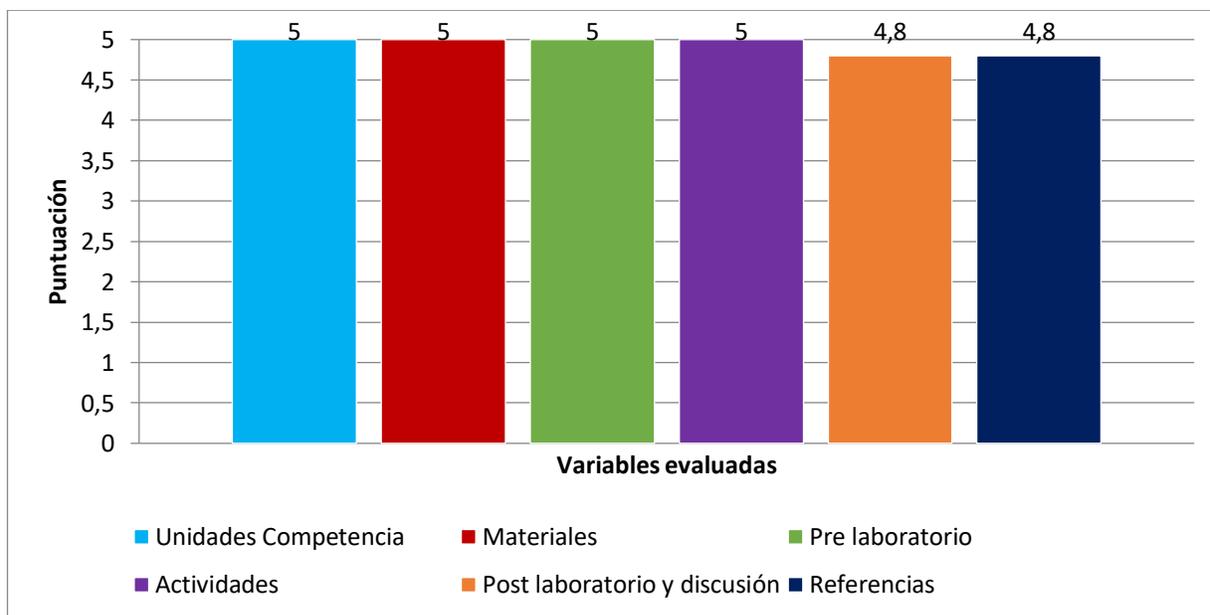


Figura 10. Práctica 10. Bioinformática. Bases de datos.

Se debe tener en consideración que es de gran importancia la validación del manual con instrumentos o rúbricas adecuados y por parte de expertos así como de usuarios, debido a que estos son recursos que sirven como registro evaluativo, ya que en ellos están establecidos criterios o dimensiones a evaluar, logrando tipificar los estándares de desempeño de dicha evaluación. (Cano, E; 2015).

Se debe tener en consideración que es de gran importancia la validación del manual con instrumentos o rúbricas adecuados y por parte de expertos así como de usuarios, debido a que estos son recursos que sirven como registro evaluativo, ya que en ellos están establecidos criterios o dimensiones a evaluar, logrando tipificar los estándares de desempeño de dicha evaluación. (Cano, E; 2015).

La validación de expertos es de gran importancia ya que permite verificar la calidad de los contenidos y estructura didáctica del documento elaborado, así como la visión pedagógica, didáctica y conceptual de los expertos (Escobar, J; Cuervo, A; 2008). Por lo que elaborar el manual de prácticas de laboratorio de la asignatura de Genética Molecular para la especialidad de Biología y Química de la UCAB y haber realizado la validación de expertos del mismo puede representar un importante aporte ya que el mismo podrá ser utilizado por una amplia cantidad de personas el mismo será utilizado por una amplia cantidad de personas.

#### **4. CONCLUSIONES**

A pesar de que el programa de la asignatura de Genética Molecular propuesto por la Universidad Católica Andrés Bello, sede Montalbán, Caracas, Venezuela, en el año 2011, sugiere los temas para algunas prácticas, previa a la elaboración del manual de prácticas de laboratorio elaborado en el marco de este trabajo, no existía la estructuración y diseño de prácticas de laboratorio de dicha asignatura.

La validación general de los expertos fue de 96,3%, las sugerencias realizadas por parte de los mismos fueron tomadas en cuenta para generar la versión final del manual presentada en este trabajo.

La estructura del manual le permite al docente saber cuáles son los objetivos didácticos que puede lograr con sus estudiantes al momento de elaborar la práctica que seleccionó, con relación a los contenidos programáticos y la base para poder comprender aún mejor la Genética Molecular.

#### **5. REFLEXIONES**

Utilizar el manual en la asignatura de Genética Molecular en la Universidad Católica Andrés Bello, Mención Biología y Química, en la cátedra correspondiente, con la finalidad de recolectar información acerca del impacto de los estudiantes hacia las actividades y el aprendizaje alcanzado y realizado.

Implementar el manual en la asignatura a nivel docente, ya que utilizar el manual puede adoptar o incorporar los resultados de ambas validaciones.

El manual propone ser un abanico de opciones al momento de innovar las prácticas de laboratorio en biología de educación media.

## 6. REFERENCIAS

(DGIP), D. G. (s.f.). Guía metodológica general para la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión Publica. [http://www.sefin.gob.hn/wp-content/uploads/2012/03/Guia\\_Metodologica\\_General.pdf](http://www.sefin.gob.hn/wp-content/uploads/2012/03/Guia_Metodologica_General.pdf).

Alcayaga, E. (s.f.). La insoportable levedad del gen 1: La Genética Molecular en perspectiva histórica. <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/contribuciones/article/viewFile/877/829>.

Alemán, J; Mata, M. (2006). Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico prácticas. <http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/GUIAMANUALPRACTICAS.pdf>.

Alfageme, M. (s.f.). Una introducción al aprendizaje colaborativo. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10768/Alfageme2de3.pdf>.

Alvarado, Y; Antunez, J; Pirela, X; Prieto, A. (2011). Metodología para prácticas en laboratorios de diseño mecánico. Una experiencia docente en la Universidad del Zulia. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/10180>.

Barbadilla, A. (s.f.). La Ciencia Genética: breve historia. <http://bioinformatica.uab.es/genetica/curso/Historia.html>.

Bravo, A., González, C., & Le Borgne, S. (2012). Manual de prácticas de Laboratorio de Biología Molecular. [http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Manual\\_de\\_Prcticas\\_de\\_BM.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/Manual_de_Prcticas_de_BM.pdf)

Cadenas, E. (1987). Origen de la Biología Molecular. <https://web.ua.es/es/protocolo/documentos/lecciones/leccion-inaugural-86-87.pdf>.

Cano, E. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en Educación Superior: ¿Uso o abuso? <https://www.redalyc.org/pdf/567/56741181017.pdf>.

Escámez, A. (s.f.). Enseñar Biología hoy en los niveles obligatorios o el reto de una enseñanza motivadora para un aprendizaje significativo en los tiempos que corren. <http://www.encuentros.uma.es/encuentros100/ensenar.htm>.

Escobar, J; Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización.

[http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf).

Estero, U. C. (2016). Licenciatura en enseñanza de la Biología (Ciclo de competición curricular). <http://www.universia.com.ar/estudios/ucse/licenciatura-ensenanza-biologia-ciclo-complementacion-curricular/st/23688on>.

Fingini, E; De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la Genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp408ensge.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp408ensge.pdf).

Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar Ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. <https://www.oei.es/historico/salactsi/4FOROdoc-basico2.pdf>.

Galicia, L; Balderrama, J; Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. <http://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v9n2/2007-1094-apertura-9-02-00042.pdf>.

Guevara, P; Morillo, R; Clark, R; Guariglia, V; Moronta, F; Rizzolo, K. (s.f.). Manual de laboratorio. <file:///F:/TESIS/Genética%20Molecular%20-%20TESIS%20NUEVA/Bibliografía/Manuales%20de%20Practica/Manual%201.pdf>.

López, A. T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales. <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>.

Mandal, A. (2013). Historia de la Genética. [https://www.news-medical.net/life-sciences/History-of-Genetics-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/life-sciences/History-of-Genetics-(Spanish).aspx).

Maris, S. (2007). Cómo desean trabajar los alumnos en el laboratorio de Biología. Un acercamiento a las propuestas didácticas actuales. <file:///C:/Users/PC/Downloads/1741Alvarez.pdf>.

Monforte, I. (s.f.). Genética Molecular (flujo de la información Genética). [http://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T\\_207\\_Gen\\_tica\\_moleculer\\_Prueba.pdf](http://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_207_Gen_tica_moleculer_Prueba.pdf).

Murcia, U. d. (2017). Guía de la asignatura de grado 'Genética Molecular' aplicada 2017/2018. <https://aulavirtual.um.es/umugdocente-tool/htmlprint/guia/RW3Hzz7SXT1BKfGnYJec5396g2l22hi4qkFrFG4rlACrp7BGoOI>.

Pérez, D; Macedo, B; Martínez, J; Sifredo, C; Valdés, P; Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? <file:///C:/Users/PC/Downloads/139003S.pdf>.

Pérez, J. y Merino, M. (2008). Definición de Genética. <https://definicion.de/genetica/>.

Quiñones, M. (2016). Laboratorio didáctico como recurso pedagógico para el aprendizaje de la Biología en la Educación Media General.

**<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2953/mquinonez.pdf?sequence=1>**.

Rioseco, M. y Romero, R. (2015). La Contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo. **file:///C:/Users/PC/Downloads/rioseco3.PDF**.

Robledo, G. (2016). Genética Molecular. **<https://geneticabioterio.wordpress.com/genetica-molecular/>**.

Salas, M. (2007). Arthur Kornberg, padre de la replicación del ADN.

**[https://elpais.com/diario/2007/11/04/necrologicas/1194130801\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2007/11/04/necrologicas/1194130801_850215.html)**.

Sin Autor. (s.f). La Genética: La Ciencia de la herencia.

**[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/125/htm/sec\\_3.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/125/htm/sec_3.htm)**.

Sin Autor. (s.f). Tema 19: Genética Molecular.

**<http://www.bionova.org.es/biocast/documentos/tema19.pdf>**.

Sin Autor. (2009). VIII Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias. Barcelona, del 2 al 5 de septiembre de 2009. Enseñanza de las Ciencias en un mundo en transformación. Revista de Investigación, 33(66), 261.

**[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142009000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000100012&lng=es&tlng=es)**.

Tenreiro, C., & Marqués, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. **<http://www.redalyc.org/pdf/920/92030307.pdf>**.

UNESCO. (1987). Nuevas tendencias en la enseñanza de la Biología.

**<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001368/136854so.pdf>**.

Universidad Católica Andrés Bello. (s.f). Perfil del egresado. Educación mención Biología y Química.

**<http://w2.ucab.edu.ve/perfil-del-egresado.509.html>**.