



## ORIGINAL

# Enseñanza de la Biotecnología Con o Sin Bioética

## Teaching Biotechnology With/Without Bioetics

Ángel R. Pool-Cen, Abner Fuentes-Bastida, David A. Betancur-Ancona, Luis A. Chel-Guerrero, Arturo F. Castellanos-Ruelas

*Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Periférico de Mérida Licenciado Manuel Berzuna 13615 Chuburna de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yuc. México.*

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ruelas@correo.uady.mx](mailto:ruelas@correo.uady.mx) (Arturo F. Castellanos-Ruelas).

Recibido el 7 de agosto de 2020; aceptado el 3 de enero de 2021.

### Cómo citar este artículo:

Pool-Cen AR, Fuentes-Bastida A, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Castellanos-Ruelas AF. Enseñanza de la Biotecnología Con o Sin Bioética. JONNPR. 2021;6(3):524-35. DOI: 10.19230/jonnpr.3943

### How to cite this paper:

Pool-Cen AR, Fuentes-Bastida A, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Castellanos-Ruelas AF. Teaching Biotechnology With/Without Bioetics. JONNPR. 2021;6(3):524-35. DOI: 10.19230/jonnpr.3943



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License  
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

## Resumen

**Introducción y Objetivo.** En México una cuarta parte de las universidades que ofrecen estudios en Ingeniería en Biotecnología no incluyen Bioética en su currícula de asignaturas obligatorias. El objetivo del presente trabajo fue encuestar a profesores de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) para conocer el nivel de importancia que le atribuyen a la enseñanza de la Bioética, así como su opinión sobre la pertinencia de incorporarla como una asignatura obligatoria en la currícula de las licenciaturas, en particular Ingeniería en Biotecnología.

**Método.** Se diseñó una encuesta con 24 ítems. Los temas fueron: Sección 1. Importancia de la Bioética. Parte medular de la encuesta. Sección 2. Enseñanza de la Bioética. Recomendación puntual. Sección 3. Conocimiento de la Bioética. Se encuestaron a 30 profesores, en Mérida, Yuc. México. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva.

**Resultados.** El 75% de los entrevistados consideraron importante a la Bioética en el medio profesional; en las actividades de investigación fue importante para más del 70% de los participantes. Los datos



revelaron que la Bioética debe incluirse en los programas de licenciatura según el 93% de los profesores y para el caso de estudios de posgrado la necesidad de su inclusión es del 64%.

**Conclusiones.** La Bioética debe ser incluida en la currícula de asignaturas obligatorias de licenciatura, sobre todo en Ingeniería en Biotecnología, dado que es importante para el desempeño profesional y buen juicio de los alumnos graduados.

#### Palabras clave

*Enseñanza de bioética; currícula; biotecnología*

#### Abstract

**Introduction and Objective.** In Mexico, one fourth of the universities that offer studies in “Engineering in Biotechnology” do not include Bioethics in their curriculum of compulsory subjects. The objective of this work was to survey professors from the Autonomous University of Yucatan (UADY) to know the level of importance they attribute to the teaching of Bioethics, as well as their opinion on the relevance of incorporating it as a compulsory subject in the curriculum of the degrees, in particular Engineering in Biotechnology.

**Material and Methods.** A survey with 24 items was designed. The topics were: Section 1. Importance of Bioethics. Core part of the survey. Section 2. Teaching Bioethics. Punctual recommendation. Section 3. Knowledge of Bioethics. Thirty teachers were included in the survey in Mérida, Yuc. Mexico. The results were analyzed using descriptive statistics.

**Results.** Seventy five percent of the interviewees considered Bioethics important in the professional activity; in the research activities it was important for more than 70% of the participants. The data revealed that Bioethics should be included in the undergraduate programs according to 93% of the professors and in the case of postgraduate studies the need for its inclusion is 64%.

**Findings.** Bioethics must be included in the curriculum of compulsory undergraduate educational programs, especially in “Engineering in Biotechnology”, since it is important for the professional performance and good judgment of graduate students.

#### Keywords

*Teaching of bioethics; curriculum; biotechnology*

## Contribución a la literatura científica

La presentación de una dicotomía entre la Biotecnología y la Bioética pudiera llevar a la deshumanización de esta ciencia. El presente artículo revela que hay programas formativos en Ingeniería en Biotecnología en México que no incluyen la Bioética en su currícula, dejando al azar el comportamiento profesional posterior de los alumnos graduados.



La encuesta llevada a cabo entre profesores universitarios reveló que ellos consideran importante la formación en Bioética de los futuros responsables de uso de esta importantísima ciencia empleándola para el bienestar del ser humano.

## Introducción

La Bioética hace su aparición en el mundo de la ciencia en la década de los 70's como una necesidad a los avances científicos en la biología y biotecnología. Una definición de Bioética es *“el estudio de la conducta humana sobre la base de los valores morales y de cómo usar el conocimiento en beneficio del hombre y de los seres vivos que lo rodean”*<sup>(1)</sup>.

La Biotecnología ha tenido avances asombrosos en los últimos años. El descubrimiento del CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)<sup>(2,3)</sup>, junto con la proteína CAS9<sup>(4,5)</sup> ha permitido conocer y manipular el mecanismo de defensa bacteriano contra el ataque de virus. La manipulación consiste en un intercambio de genoma pudiendo utilizarse para introducir modificaciones en la célula. Las posibilidades son enormes aplicándolo al incremento en el rendimiento de los cultivos; la lucha contra enfermedades del hombre, plantas y animales; la atenuación del cambio climático, etc. Pero también puede revertirse en desarrollos no deseados como la creación de organismos patentados, vacunas propiedad de empresas solo con visión mercantil, entre muchos otros. El máximo recurso sería la manipulación genética del hombre con fines políticos, de lucro, estéticos, atléticos, bélicos, etc.

En México se crearon programas de estudios de licenciatura en Ingeniería en Biotecnología contabilizando 18 programas en 2017<sup>(6)</sup>. La revisión de su malla curricular buscando aquellos que incluían la asignatura Bioética, Ética u otra similar, reveló que el 76.5% si la incluían. Es decir que una cuarta parte de los programas vigentes en ese momento soslayaban la importancia de esta disciplina y no la consideraban en su plan de estudios como asignatura obligatoria.

Los grupos formuladores de los planes de estudio de una licenciatura debieran consultar a la base de profesores de una universidad sobre la pertinencia de la inclusión en estos planes, de tal o cual asignatura.

Con base en lo anterior, se procedió, hacer una encuesta entre los profesores de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) con el objetivo de conocer el nivel de importancia que le atribuyen a la enseñanza de la Bioética y su futuro impacto en el desempeño profesional de los alumnos, así como su opinión sobre la pertinencia de incorporarla como una asignatura obligatoria en la currícula de las licenciaturas, en particular Ingeniería en Biotecnología.



## Materiales y Método

El trabajo se llevó a cabo en los meses de septiembre y diciembre de 2018, en las instalaciones de la UADY, en Mérida, Yuc., México. Se diseñó una encuesta con 24 ítems distribuidos en cinco secciones y un espacio para un comentario final para redactarse en texto libre. Las secciones fueron:

*Identificación*, siendo anónimo (ítems 1-6).

*Formación en Bioética*. Cursos tomados en su desempeño académico (ítem 7).

Sección 1. *Importancia de la Bioética*. Parte medular de la encuesta (ítems 8-13).

Sección 2. *Enseñanza de la Bioética*. Recomendación puntual (ítems 14-19).

Sección 3. *Conocimiento de la Bioética*. Breve evaluación del encuestado (ítems 20-24).

Se evaluó la validez del instrumento, aplicándolo a una muestra de profesores de otra Dependencia de la UADY. Con base en lo observado, se ajustó y se re-diseñó su versión final. La consistencia interna se midió aplicando la prueba de  $\alpha$  de Crombach<sup>(7)</sup>. En su versión final se encontró un valor de 0.80 indicando que el instrumento tenía una buena consistencia interna.

La población objetivo fueron los profesores de la Dependencia donde se impartía la licenciatura en Ingeniería en Biotecnología. Se invitó a 99 individuos mediante el envío de una carta especificando la URL de internet para contestar la encuesta en línea.

Finalmente, en abril de 2020 se llevó a cabo una búsqueda en las principales URL de las universidades e Institutos Tecnológicos de México para contabilizar aquellos que ofrecen licenciatura en Ingeniería en Biotecnología y se revisó su malla curricular en búsqueda de la asignatura de Bioética o similar.

Los resultados obtenidos fueron analizados e interpretados mediante estadística descriptiva<sup>(8)</sup>.

## Resultados

La muestra con la que se trabajó fue de 30 profesores distribuidos de la siguiente manera:

Diez fueron mujeres y 20 varones.

Nueve fueron menores de 40 años y 21 mayores de 40

Diecisiete fueron Doctores, 9 Maestros en Ciencias y 4 Licenciados

Catorce fueron profesores de carrera, 10 profesores-investigadores y 6 tenía otro tipo de plaza



Diecinueve estaban orientados a la Ingeniería Química Industrial, 6 a la Ingeniería en Biotecnología, 3 a la Ingeniería en Alimentos y 2 a Ingeniería Industrial Logística.

Veintitrés obtuvieron su posgrado en México y 7 en el extranjero.

En algunas encuestas los encuestados omitieron contestar ciertas preguntas o bien se perdieron los datos.

## Sección 1. Importancia de la Bioética

Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Importancia de la Bioética para los profesores encuestados (%)

Item	Opción de respuesta	Resultado General de la evaluación	Género		Nivel académico			Edad (años)	
			Varón	Mujer	PhD	MSc	Otro	<40 años	≥40 años
8.- En su área profesional, ¿qué tan relevante es la Bioética?	Mucho	57	42	89	69	83	40	56	58
	Medianamente	18	21	11	17	10	30	22	16
	Poco	18	26		12	7	20	22	16
	Lo desconozco	7	11		2		10		10
9.- ¿Estima usted que la Bioética es considerada importante actualmente en el medio profesional?	Mucho	57	42	32	57	59	67	33	42
	Medianamente	18	21	37	31	33	22	56	26
	Poco	18	26	21	8	8	11	11	16
	Lo desconozco	7	11	10	4				16
10.- En la práctica investigativa, ¿cuál es la importancia actual de la Bioética?	Mucho	39	37	89	68	72	45	67	47
	Medianamente	36	31	11	23	21	23	22	26
	Poco	14	16		7	7	22	11	11
	Lo desconozco	11	16		2				16
11.- En la práctica investigativa, ¿cuál debiera ser la importancia real de la Bioética?	Mucho	46	84	100	98	100	80	100	84
	Medianamente	25							
	Poco	18			2		20		
	Lo desconozco	11	16						16
12.- ¿Considera que la Bioética es un obstáculo para el desarrollo de las investigaciones científicas?	No	50	37	78	67	57	80	67	42
	En ocasiones	29	32	22	22	43		11	37
	Si	21							
	Lo desconozco	0	31		8		20		21
13.- ¿Ha participado en investigaciones que involucren cuestiones Bioéticas?	Muchas veces	21	16	33	47	42	67	45	32
	Pocas veces	43	26	56	37	33		22	21
	Nunca	36	58	11	16	25	33	33	47



Del resultado general de la evaluación se desprende que el 75% de los entrevistados consideraron importante a la Bioética en el medio profesional (ítemes 8 y 9); en las actividades de investigación fue importante para más del 70% de los participantes (ítemes 10 y 11). Para el 50% no representa un problema (ítem 12) y solo en ocasiones (29% de opiniones) pudiera representar un obstáculo al llevar a cabo trabajos de investigación. La respuesta al ítem 13 dejó en claro que la mayoría de los entrevistados tenía poca experiencia trabajando en investigaciones afines a la Bioética.

En general, las mujeres le atribuyeron mayor importancia a la Bioética que los hombres, lo mismo que aquellos profesores que tenían mayor grado académico (ítemes 8, 10 y 11); la edad no pareció importante en esta diferenciación. Es notorio que las mujeres no consideraron a la Bioética un obstáculo en la conducción de investigaciones (ítem 12).

## **Sección 2. Enseñanza e instauración de la Bioética**

Las respuestas generales de la evaluación sobre la importancia de la enseñanza e instauración de la Bioética en la vida académica se muestra en la Tabla 2.



**Tabla 2.** Importancia de la enseñanza e instauración de la Bioética en la vida académica, para los profesores encuestados (%)

Item	Opción de respuesta	Resultado Gral. de la evaluación	Género		Nivel académico			Edad (años)	
			Varón	Mujer	PhD	MSc	Otro	<40	≥40
14.- ¿Usted cree que los aspectos bioéticos deben ser incluidos en los programas de formación de posgrado?	Si.	64	58	78	66	91	60	44	74
	Depende la especialización del posgrado.								
	No.	36	42	22	34	9	40	56	26
	Si.	57	47	78	68	75	50	44	63
15.- ¿Usted cree que los aspectos bioéticos deben ser incluidos en los programas de formación de licenciatura?	Depende la especialización de la licenciatura.	36	42	22	30	20	50	45	32
	No.	7	11		2	5		11	5
16.- ¿Considera importante reforzar mediante campañas o programas el impacto que tiene la Bioética en el ámbito profesional o laboral?	Si.	61	53	67	40	100	75	25	78
	Depende del área profesional o laboral.	31	37	22	47		25	63	17
	No.	8	10	11	13			12	5
	Si.	43	37	56	62	53	75	56	35
17.- ¿Usted participaría en un comité de Bioética para el desarrollo de la investigación?	Eventual-mente si.	32	26	44	23	35		22	37
	No.	25	37		15	12	25	22	26
18.- ¿Usted cree que la UADY debería tener un "¿Código de Bioética", en cada uno de sus Campus, similar al que hay en el Centro de Invest. Regional "Hideyo Noguchi"? (Ciencias de la Salud).	Si, uno para cada área del conocimiento.	79	68	100	86	86	100	67	84
	No, con el del Hideyo Noguchi basta.	21	32		14	14		33	16
19.- ¿Considera que el autorizar un código de Bioética en su propia Dependencia podría causar problemas en el desempeño profesional o las investigaciones de sus colegas?	No.	68	58	89	71	82	82	89	58
	En algunos casos.	32	42	11	29	18	18	11	42
	Si								



Los datos revelaron que la Bioética debe incluirse en los programas de licenciatura (ítem 15: 93%) y para el caso de estudios de posgrado la necesidad de su inclusión es notoriamente menor (ítem 14: 64%). La gran mayoría (ítem 16: 92%) opinó que se deben reforzar las campañas de aplicación de Bioética en el ámbito profesional. No se observó una actitud propositiva para participar en un comité de Bioética (ítem 17: 43%), posiblemente asociado a su respuesta en el ítem 13. Finalmente, se consideró que se debían establecer códigos bioéticos en cada *Campus* de la UADY (ítem 18: 79%) y en el caso del centro de trabajo de los propios profesores, solo el 32% de los entrevistados prevén problemas en el trabajo académico por implantar códigos de Bioética (ítem 19).

Las mujeres consideraron más importante la inclusión de Bioética en los programas educativos en comparación con los hombres, lo mismo que los profesores con mayor nivel académico, y las personas de 40 años o más (ítems 14 y 15). Esta tendencia es similar en su percepción de incorporar campañas de Bioética en el medio laboral (ítem 16). Las mujeres manifestaron ser más proactivas para participar en la integración de comités de Bioética y que debía haber códigos de Bioética en los diversos *Campus* de la Universidad y en su propio sitio de trabajo (ítems 17, 18 y 19). La formación académica y la edad muestran menos diferencias entre los encuestados en estos tres ítems, excepto en el 19 en donde los mayores de 40 años consideran menos importante la instauración de un código de Bioética en su propia dependencia.

### Sección 3. Conocimiento de la Bioética

Los resultados de la evaluación del conocimiento sobre Bioética por los participantes se muestran en la Tabla 3.



**Tabla 3.** Evaluación del conocimiento sobre Bioética en los profesores encuestados (%)

Item	Resultado de respuesta	Resultado De la evaluación	Género		Nivel académico			Edad (años)	
			Varón	Mujer	PhD	MSc	Otro	<40	≥40
20. El término de Bioética se acuñó aproximadamente	Correcta	75	79	67	84	71	100	78	74
	Incorrecta	25	21	33	16	29		22	26
R. En la década de los '70									
21. La Declaración de _____ estableció las bases de los principios bioéticos para investigaciones médicas en seres humanos	Correcta	71	47	87	88	33	50	78	67
	Incorrecta	29	53	11	22	67	50	22	33
R. Helsinki									
22.- ¿Se encuentra familiarizado con el término consentimiento informado?	Si (correcta)	61	53	78	89	63		67	54
	No (incorrecta)	39	47	22	11	37	100	33	66
23.- Con base en sus conocimientos sobre Bioética, ¿cómo definiría el principio de autonomía?	Correcta	57	48	78	83	63	43	67	53
	Incorrecta	43	52	22	17	37	57	33	47
R. Supone capacidad de discernimiento, libertad y mayoría de edad									
24.- Con base en sus conocimientos sobre Bioética, ¿cómo definiría el principio de beneficencia?	Correcta	32	42	11	46	40	75	22	37
	Incorrecta	68	58	89	54	60	25	88	63
R. Obligación moral de hacer el bien a otros									

Asignándole 2 puntos a cada respuesta correcta, los participantes obtuvieron una calificación de 5.6/10 en esta breve evaluación de sus conocimientos sobre Bioética. Ello indica que los participantes no tenían una sólida preparación en esta área del conocimiento.

Lo anterior puede ser consecuencia de que el análisis de resultados de la pregunta 7 indicó que los participantes solo habían tomado 1.6 cursos relacionados con la Bioética o la Ética durante su formación profesional, lo cual puede considerarse insuficiente.



Las mujeres obtuvieron mejor calificación, igual que aquellos que estudiaron un posgrado y los menores de 40 años.

## Comentarios en texto libre

Se obtuvieron 16 respuestas. La mayoría de los entrevistados recalcaron la importancia de la enseñanza de la Bioética en el desempeño profesional y académico (sujetos identificados como A, B, C, D, E, H, J, K, L, M y P). *“A nivel licenciatura es obligatoria y a nivel posgrado deseable”; “Necesaria”; “Fundamental”; “En México les falta mucha educación Bioética a nuestros profesionistas”,* entre otras.

Solo dos reconocieron no tener elementos para opinar (sujetos F, I y N). *“Sin comentarios”; “La verdad desconozco mucho sobre la bioética”; “No la conozco”.*

Uno expresó ideas complementarias (sujeto G). *“Creo que la ética debe ser una sola”.*

Finalmente, el sujeto O expresó la dificultad de regirse por la ética o bioética debido a los momentos históricos que viven los pueblos o las diferentes culturas. *“El grande problema de regirse por un código ético o bioético es, en su origen, el mismo. Lo que está permitido por la ética en un lugar, en otro no lo está”.*

## Discusión

La revisión actualizada de los programas educativos que ofrecen licenciatura de Ingeniería en Biotecnología en México da cuenta de 28 instituciones. A los 17 registrados por el CONACyT en 2017, se sumaron a la fecha 11 más, de los cuales 9 son instituciones públicas y 2 privadas. El 27.7% de los nuevos programas consultados no ofrecen asignaturas asociadas a la Ética o Bioética en su malla curricular de asignaturas obligatorias. Este porcentaje no fue muy diferente del 23.5% observado en 2017. Este significativo porcentaje de licenciaturas que no incluyen Bioética en la currícula, contrasta con la importancia que esta encuesta confiere a la Bioética como disciplina formativa. Esto sin duda es un *“Non Positive Result”*.

Otros autores han expresado su preocupación por la disociación entre la ética y la biotecnología. Expresan que debía haber una *“alianza entre la ética sanitaria y la biotecnología financiada por la comunidad internacional, estableciendo políticas en las organizaciones internacionales”* <sup>(9)</sup>; o bien que *“la ética personalista es la que mejor considera y valora a la persona”* <sup>(10)</sup> frente a la amenaza de una Biotecnología deshumanizada.



## Conclusiones

El resultado de la encuesta reveló que la muestra de profesores de la UADY tenía un conocimiento teórico de la Bioética incipiente. También tenían poca experiencia participando en trabajos de investigación que involucrando a los conceptos de la Bioética. Sin embargo, reconocieron que la Bioética es muy importante en el medio profesional y también en la actividad de investigación. Para la mitad de los encuestados los conceptos de Bioética no representan problema alguno para llevar a cabo trabajos científicos. El 93% expresaron que la Bioética debe ser incluida en los programas de licenciatura y la mayoría apoyó su inclusión en la currícula de los posgrados. Finalmente, consideraron pertinente establecer código Bioéticos en los *Campus* de la UADY afines a las disciplinas que ahí se enseñan. Las mujeres, los profesores con posgrado y los profesores menores de 40 años opinaron mas favorablemente en la encuesta sobre la implementación de medidas Bioéticas en los estudios, en comparación de sus contrapartes.

## Conflicto de interés

No se declara conflicto de intereses

## Agradecimientos

Los autores agradecen por su intervención en la toma de datos a: López Pech Beatriz, Payro De La O Yulissa, Sosa Sánchez Uriel, Castillo Cáceres Andrés, Molina Chuc Ahreel, Rosado Castillo Rodrigo.

## Referencias

1. Marlasca A. 2008. Introducción a la Bioética Editorial Universitaria. Guatemala, Guatemala.
2. Mojica FJM, Ferrer C, Juez G, Rodríguez-Valera F. Long stretches of short tandem repeats are present in the largest replicons of the *Archaea Haloferax mediterranei* and *Haloferax volcanii* and could be involved in replicon partitioning. *Mol Microbiol.* 1995;(17):85–93.
3. Jansen R, Embden JD, Gaastra W, Schouls LM. Identification of genes that are associated with DNA repeats in prokaryotes. *Mol Microbiol.* 2002;(43):1565–1575.



4. Barrangou R, Marraffini LA. CRISPR-Cas systems: prokaryotes upgrade to adaptive immunity. *Mol Cell*. 2014;(54):234–244.
5. Doudna JA, Charpentier E. Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*. 2014;(346):1258096.
6. CONACyT. Programas de Biotecnología a nivel licenciatura. México, DF. [Fecha de consulta: 29 de julio de 2020]. Disponible en:  
<https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/programas-de-biotecnologia-a-nivel-de-licenciatura>
7. Oviedo HC, Capos AA. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Crombach. *Rev Col Psiqui*. 2005;34(4):572-80
8. Hueso GA, Cascant SMJ. Estadística Descriptiva. En: Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Valencia, España. Ed. Universitat Politècnica de Valencia. 2012.
9. Guerra GY. Ética, Bioética y legislación en Biotecnología. *Rev Latinoamericana de Bioética*. 2007;8(13): 80-87.
10. Arango RP. Retos de la bioética frente a la Biotecnología. Necesidad de la educación en Bioética. *Nova Publicación Científica En Ciencias Biomédicas*. 2011;9(15):1-112.