

Unidad 2. Biotecnología e ingeniería genética

CMO	Objetivo del texto	Indicador	Habilidad	Contenido	Clases
7. Establecimiento de relaciones entre mutación, proteínas y enfermedad, analizando aplicaciones de la ingeniería genética en la salud, tales como la clonación, la terapia génica, la producción de hormonas.	<ul style="list-style-type: none"> Recordar conceptos sobre genética e indagar ideas previas sobre la temática de la unidad. 	Enuncian lo que saben sobre la temática de la unidad.	Recordar Enunciar	<ul style="list-style-type: none"> Inicio de unidad 	1
	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el concepto de biotecnología. 	Describen ejemplos de biotecnología.	Describir	<ul style="list-style-type: none"> La biotecnología 	2
	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer la forma de trabajo de la ingeniería genética. 	Reconocen el trabajo de la ingeniería genética a partir de sus herramientas.	Reconocer	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniería genética 	3
	<ul style="list-style-type: none"> Conocer las principales características del Proyecto Genoma Humano. 	Describen las principales características del PGH.	Describir	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto Genoma Humano (PGH) 	4
	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la técnica FISH. 	Describen la técnica FISH.	Describir	<ul style="list-style-type: none"> Biología y salud: <ul style="list-style-type: none"> Hibridación fluorescente <i>in situ</i> (FISH) 	5
	<ul style="list-style-type: none"> Explicar la producción de insulina recombinante. 	Explican los pasos en la producción de insulina recombinante.	Explicar	<ul style="list-style-type: none"> Biología y salud: <ul style="list-style-type: none"> Producción de insulina recombinante 	6
	<ul style="list-style-type: none"> Ejercitar preguntas tipo PSU. 	Responden a preguntas tipo PSU.	Ejercitar	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de proceso tipo PSU 	7

	▪ Clasificar los métodos de terapia génica.	Diferencian los tipos de métodos para realizar terapia génica.	Diferenciar	• Terapia génica	8
	▪ Reconocer organismos genéticamente modificados.	Reconocen distintas formas de organismos modificados genéticamente.	Reconocer	• Organismos genéticamente modificados (OMG)	9
	▪ Reconocer la clonación como técnica de ingeniería genética.	Reconocen la clonación en plantas, en animales y como una herramienta terapéutica.	Distinguir	• Clonación de seres vivos	10
	▪ Analizar una investigación científica acerca de la fermentación de azúcar con levaduras.	Analizan una investigación científica siguiendo los pasos del método científico.	Analizar	• Taller de ciencias: - Fermentación de azúcar con levaduras	11
	▪ Analizar una lectura científica sobre la búsqueda de plantas que resistan heladas.	Analizan lectura científica.	Analizar	• Lectura científica y síntesis	12
	▪ Responder preguntas tipo PSU.	Responden preguntas tipo PSU.	Ejercitar	• Evaluación final tipo PSU	13
Recursos Pruebas forma A y B. Ensayos PSU Cuaderno PSU Libro digital.					

Clases	Orientaciones metodológicas y sugerencias didácticas	Páginas
1	<p>- Con esta clase se da comienzo a la segunda unidad del año, Biotecnología e ingeniería genética. Para comenzar, lea junto con los estudiantes el recuadro de información de la página 58 y pregúnteles si conocen otro ejemplo de aplicación de técnicas de biotecnología. A partir de las respuestas, anote en la pizarra las principales características de este tipo de trabajo.</p> <p>- Luego, pida a los estudiantes que respondan en sus cuadernos las tres preguntas de la sección Para comenzar... Se sugiere que, para ayudarlos a recordar los conocimientos necesarios para comprender cómo se obtienen peces fluorescentes, los estudiantes realicen en sus cuadernos una síntesis que permita refrescar aprendizajes de la unidad anterior. En la medida en que los estudiantes enuncian los conocimientos, escríbalos en la pizarra e inste al curso a desarrollarlos. Revise las respuestas de los estudiantes, enfatizando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. que el concepto de biotecnología tiene estrecha relación con los contenidos vistos en la unidad anterior, ya que las técnicas biotecnológicas actuales están muy relacionadas con los genes. 2. que el concepto de biotecnología no se relaciona solo con el trabajo con genes, sino que involucra el empleo de células vivas para obtener ciertos productos. <p>- Finalmente, los estudiantes leen el recuadro lateral donde aparecen los aprendizajes esperados para esta unidad. Pídales que, a partir de una lluvia de ideas, den a conocer lo que saben acerca de cada una de las temáticas. Anote las ideas en la pizarra.</p>	58 y 59
2	<p>- Pida a los estudiantes que lean en forma individual el texto de las páginas 60 y 61 y respondan las siguientes preguntas o actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué es correcto señalar que la biotecnología “no es una ciencia en sí misma”? • ¿Cuál es la clave para señalar que la biotecnología “es una aplicación tecnológica”? • Elabora una red conceptual que contenga los siguientes conceptos: técnicas, organismos vivos, compuestos obtenidos de organismos, productos, mejoramiento y obtención. Se espera que esta red permita sintetizar con qué y para qué trabaja la biotecnología. • Elabora una tabla comparativa entre biotecnología tradicional y biotecnología moderna, explicitando los criterios de comparación, como por ejemplo origen, técnicas utilizadas y fundamento científico, entre otros. <p>- Finalmente, señale a los estudiantes que una parte importante del concepto de biotecnología es que esta incluye a otras disciplinas científicas (biología, química, microbiología, genética, agronomía, ingeniería, medicina y veterinaria). A partir de lo anterior, y de la lectura de la historia de la biotecnología en las páginas 60 y 61, pídale que clasifiquen la aplicación de las técnicas biotecnológicas según la disciplina científica que implican, por ejemplo, la utilización de levadura en la elaboración de cerveza correspondería a la biología y la química, y la producción de insulina, a la medicina.</p> <p>- Revise la actividad anterior y propicie una discusión acerca de la importancia para la humanidad de cada uno de los hitos.</p>	60 y 61

3	<p>- Señale a los estudiantes que en esta clase se analizará una de las formas de biotecnología que ha tenido un gran desarrollo en los últimos años: la ingeniería genética.</p> <p>- Pídeles que lean los dos primeros párrafos de la página 62. Plantee las siguientes preguntas al curso, promoviendo su discusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo sirvió el descubrimiento del ADN para el desarrollo de la biotecnología moderna? • Explica por qué el descubrimiento de la universalidad del código genético se convirtió en el descubrimiento más importante para el desarrollo de la biotecnología moderna. • ¿Cómo definirías “ingeniería genética”? • Si se puede tomar un gen de un organismo e introducirlo en otro organismo, ¿qué elementos biológicos son necesarios para realizarlo? Recuerda los procesos de replicación y transcripción. <p>- Lea junto con los estudiantes el tercer párrafo de la página 62 y anote en la pizarra los siguientes conceptos: ADN recombinante, organismo genéticamente modificado (OGM) y organismo transgénico (OT). Motive a los estudiantes a que en conjunto desarrollen cada concepto y lo anoten en la pizarra.</p> <p>- Lea en conjunto con los estudiantes las aplicaciones de la ingeniería genética que aparecen en la página 62; vaya elaborando en la pizarra una red conceptual que sintetice las principales aplicaciones, tanto generales, como por ejemplo la corrección de defectos en los genes, como específicas en distintas áreas, como por ejemplo en medicina, industria y farmacología.</p> <p>- Pida a los estudiantes que se organicen en parejas, lean Herramientas de la ingeniería genética de la página 63 y completen la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="294 862 1732 1005"> <thead> <tr> <th>Tipo de herramienta</th><th>¿Qué es?</th><th>¿Para qué sirve?</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enzimas de restricción</td><td>Enzimas</td><td>Cortan y extraen fragmentos de ADN</td></tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p>- Finalmente, los estudiantes leen en forma individual las etapas para la obtención de un organismo transgénico y responden la sección Analiza. Revise las respuestas con la participación de los estudiantes.</p>	Tipo de herramienta	¿Qué es?	¿Para qué sirve?	Enzimas de restricción	Enzimas	Cortan y extraen fragmentos de ADN				62 y 63
Tipo de herramienta	¿Qué es?	¿Para qué sirve?									
Enzimas de restricción	Enzimas	Cortan y extraen fragmentos de ADN									
4	<p>- Señale a los estudiantes que en esta clase se analizará uno de los productos más importantes de la biotecnología: el Proyecto Genoma Humano.</p> <p>- Los estudiantes leen los primeros tres párrafos de la página 64 y realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indica la finalidad del PGH. • Elabora una línea de tiempo donde se muestre el desarrollo de este proyecto. • Indica las aplicaciones del PGH. <p>- Pida a los estudiantes que se organicen en grupos de tres o cuatro integrantes, lean las observaciones y conclusiones del PGH, la sección Reflexiona y la temática de Genómica y, a partir de esto, elaboren en una cartulina un afiche que cumpla con los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer en forma simple las principales características del genoma humano. 	64 y 65									

	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar de qué se trata la genómica. • Relacionar el PGH con la genómica. • Animar la reflexión acerca de las implicancias éticas del PGH. <p>- Los estudiantes dan a conocer sus afiches al curso y luego los exponen a la comunidad escolar a través de paneles.</p> <p>- Finalmente, pida a los estudiantes que, en forma individual, desarrollen la sección Explica y analiza. Revise las respuestas con la participación voluntaria de los estudiantes. Esta actividad permite evaluar la comprensión del PGH y de la genómica.</p>	
5	<p>- Explique a los estudiantes que en esta clase se tratará el tema Biotecnología y salud, en que se analizará un método de diagnóstico de enfermedades que tienen su origen en los genes. En este caso se trata de la técnica FISH o hibridación fluorescente <i>in situ</i>. Lea junto a los estudiantes el párrafo introductorio de la página 66 y pregunte: ¿cuál es la relación entre el Proyecto de Genoma Humano (PGH) y esta técnica?</p> <p>- Pida a los estudiantes que lean lo relacionado con la técnica FISH y luego plantéeles las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el objetivo de esta técnica? • ¿Qué son las sondas y qué permiten? • ¿Cuál es la importancia de utilizar la técnica de “fluorescencia”? <p>- Luego, indíqueles que se organicen en grupos de dos o tres integrantes y esquematizan la técnica FISH a partir de un ejemplo concreto, guiándose con el esquema que aparece en el texto. Por ejemplo, se sabe que un gen tiene la secuencia normal ATCTGGTA, pero las personas que tienen determinada enfermedad presentan una mutación en la tercera base, y en vez de tener C presentan T. Pídales que dibujen su esquema en un papel kraft y lo presenten al curso. Anímelos a discutir si la esquematización muestra las características de esta técnica y si se comprende.</p> <p>- Finalmente, proyecte (o entregue un documento impreso) la página web www.santillana.cl/bicentenario/bio403 que se sugiere en la sección En la red. A partir de ella, permita que los estudiantes apliquen lo aprendido sobre la técnica FISH en el caso del diagnóstico prenatal de aneuploidías. Pida a los mismos grupos de trabajo que elaboren un afiche explicativo de esta técnica para el caso presentado.</p>	66
6	<p>- Explique a los estudiantes que en esta clase se tratará nuevamente el tema de la biotecnología y salud, con el análisis de un método biotecnológico para el tratamiento de enfermedades: la insulina recombinante.</p> <p>- Pídales que, en forma individual, lean acerca de la obtención de la insulina recombinante. Luego, presente al curso el esquema que representa esta técnica y pida a los estudiantes que la vayan explicando. Para esto, puede plantear las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De dónde se obtiene el gen que codifica para la insulina? • ¿Qué se debe realizar con este gen para extraerlo? • ¿Qué es un plásmido? • ¿Qué se debe hacer para introducir el gen de la insulina al plásmido? • ¿Qué proceso de las bacterias se aprovecha para sintetizar insulina? <p>- Luego de que los estudiantes hayan comprendido la obtención de insulina recombinante, pídales que en sus cuadernos anoten los pasos de la técnica. Revise los pasos y aclare dudas.</p>	67

	<ul style="list-style-type: none"> - Realice las siguientes preguntas generales sobre esta técnica: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué se considera a la insulina recombinante como un medicamento transgénico? • ¿Qué ventaja tiene la insulina recombinante humana respecto de la que se obtenía a partir de cerdos y vacas? • ¿Cuál es la principal razón para utilizar la técnica con la bacteria <i>Escherichia coli</i>? - Finalmente, pida a los estudiantes que, en forma individual, respondan la sección Analiza. Revise las respuestas a esta actividad, que permite evaluar su comprensión sobre dos técnicas biotecnológicas con importantes implicancias en la salud humana. 	
7	<ul style="list-style-type: none"> - Señale a los estudiantes que en esta clase se dedicarán a comprender cómo se responden preguntas de alternativas tipo PSU. - En primer lugar, analice junto al curso la pregunta modelada de la página 68. Pida a los estudiantes que respondan la pregunta y que anoten los pasos que siguieron. Pregunte los pasos y vaya anotándolos en la pizarra. Entre ellos, los más importantes son: <ul style="list-style-type: none"> • Comprender lo que se está preguntando. • Si es necesario, se pueden destacar las palabras y expresiones claves. En este caso, pueden ser “define adecuadamente” y “genoma humano”. • Leer cada una de las alternativas, independientemente de si se cree ya haber leído la respuesta correcta. • Analizar cada una de las alternativas y clasificarlas como correctas o incorrectas respecto de lo que se pregunta. - Pida a los estudiantes que realicen en forma individual el mismo ejercicio que en la pregunta modelada, incluyendo los pasos a seguir, de las siguientes 8 preguntas que evalúan lo revisado hasta ahora en la unidad. Deles al menos 30 minutos y luego revise cada una de las respuestas, poniendo atención no tan solo en la clave correcta, sino también en la forma en que utilizaron la información. - Para finalizar, pida a los estudiantes que elijan una temática vista en esta unidad y elaboren una pregunta de alternativas. Permita que los estudiantes que lo deseen en forma voluntaria den a conocer sus preguntas, y que sus compañeros las respondan. 	68 y 69
8	<ul style="list-style-type: none"> - Señale a los estudiantes que en esta clase se revisará otra opción de la biotecnología y la ingeniería genética. En este caso, se trata de la Terapia génica. - Pida a los estudiantes que se organicen en parejas y lean comprensivamente el texto de la página 70. A partir de él, deberán elaborar un tríptico explicativo que debe incorporar los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué consiste? • ¿Para qué se utiliza? Distintos propósitos. • Terapia génica somática y terapia génica germinal (diferencias y ejemplos). • Métodos para introducir material genético. - Terminado el trabajo, los estudiantes intercambiarán los trípticos, que serán evaluados formativamente, usando como criterio la comprensión de la terapia génica. - Los estudiantes, en forma individual, elaborarán en sus cuadernos una tabla comparativa de los distintos métodos para introducir material genético en un organismo. La tabla debería contener lo siguiente: 	70 y 71

	<table><tr><th>Tipo de método</th><th>Descripción de la técnica</th><th>Casos en lo que se utiliza</th><th>Riesgo</th></tr><tr><td><i>Ex vivo</i></td><td>Extraer de un individuo una célula anómala, modificarla y reimplantarla.</td><td>Órganos vitales con disfunción.</td><td>Muy bajo</td></tr></table>	Tipo de método	Descripción de la técnica	Casos en lo que se utiliza	Riesgo	<i>Ex vivo</i>	Extraer de un individuo una célula anómala, modificarla y reimplantarla.	Órganos vitales con disfunción.	Muy bajo	
Tipo de método	Descripción de la técnica	Casos en lo que se utiliza	Riesgo							
<i>Ex vivo</i>	Extraer de un individuo una célula anómala, modificarla y reimplantarla.	Órganos vitales con disfunción.	Muy bajo							
	<p>- Finalmente, pida a los estudiantes que respondan la sección Analiza, que permite evaluar la comprensión de la terapia génica <i>in vivo</i> a partir de un esquema.</p>									
9	<p>- Señale a los estudiantes que en esta clase se revisará otro producto de la ingeniería genética: los Organismos modificados genéticamente (OMG).</p> <p>- Pídales que lean el primer párrafo de la página 72 y elaboren una red conceptual, con el objetivo de sintetizar las principales características de estos organismos. En esta red deberían incluir los siguientes conceptos: OMG, animales, plantas, microorganismos, ingeniería genética, genes, organismos modificados, característica o propiedad, entre otros.</p> <p>- Solicite a los estudiantes que, en forma individual, sintetizen en sus cuadernos la información acerca de microorganismos, plantas y animales modificados genéticamente a partir de esquemas, redes conceptuales, tablas, u otros recursos. Estas síntesis deberían contener:</p> <ul style="list-style-type: none">• Microorganismos:<ul style="list-style-type: none">- Biorremediación.- Uso de plásmidos como vectores.- Utilización de los productos.• Plantas:<ul style="list-style-type: none">- Dificultades presentadas por la presencia de la pared celular.- Técnicas físicas y biológicas.- Utilización de los productos.• Animales:<ul style="list-style-type: none">- Ventajas de las células de mamíferos.- Dificultad para modificar genéticamente a un animal.- Utilización de los productos. <p>- Revise la actividad anterior permitiendo que los estudiantes presenten al curso sus síntesis y que reciban las críticas de sus compañeros.</p> <p>- Finalmente, pida a los estudiantes que se organicen en parejas. A la mitad de las parejas del curso les corresponderá elaborar un afiche que defienda la existencia de los OMG y la otra mitad deberá elaborar afiches que estén en contra de la existencia de los OMG. Los afiches se exhibirán y se debatirá al respecto. Se sugiere que posteriormente los afiches sean exhibidos en paneles a la comunidad escolar.</p>	72 y 73								

10	<ul style="list-style-type: none"> - Señale a los estudiantes que en esta clase se revisará el último producto de la ingeniería genética, con el texto La clonación de seres vivos. - Lea ambas páginas junto con los estudiantes y resalte las siguientes ideas, anotándolas en la pizarra. Pida también a los estudiantes que apoyen con sus propias ideas, concebidas a partir de la lectura: <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo de la clonación. • Clonación de las plantas: <ul style="list-style-type: none"> - Reproducción asexual. - Presencia de células totipotenciales en los tejidos vegetales. - Utilidad. • Clonación de animales: <ul style="list-style-type: none"> - Complejidad de clonación por ausencia de células totipotenciales en tejidos. - Uso de células embrionarias. - Envejecimiento prematuro y altas tasas de malformaciones congénitas. - Técnica de transferencia nuclear. • Clonación terapéutica: <ul style="list-style-type: none"> - Células totipotenciales, pluripotenciales y multipotenciales. - Terapia celular. - Utilidad. - A partir de la información anotada en la pizarra, pida a los estudiantes que elaboren tablas comparativas de: <ul style="list-style-type: none"> • Clonación de plantas, de animales y terapéuticas. • Tipos de células madre. - Finalmente, lea junto con el curso la sección Reflexiona, de la página 75. A partir de ella, genere un debate respecto de la clonación terapéutica y el uso de embriones. 	74 y 75
11	<ul style="list-style-type: none"> - En esta clase se trabajará un Taller de ciencias en el que se revisará una investigación siguiendo los pasos del método científico. Antes de comenzar con la investigación, pida a los estudiantes que lean la primera parte del taller (página 76), hasta el punto Formulación de predicciones. Con base en esto, pregunte: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otro problema de investigación se puede formular? • ¿Se pueden obtener la variable dependiente y la independiente a partir del problema de investigación? • ¿Qué variables deberían permanecer constantes? • ¿Qué es una hipótesis? • ¿Qué es una predicción? • ¿Qué diferencia existe entre la hipótesis y la predicción? - Escuche las respuestas de los estudiantes y aclare conceptos y dudas. El principal objetivo de las preguntas anteriores es ayudarlos a comprender que el problema de investigación es el que guía la investigación, a partir de la definición de las variables. - Pida a los estudiantes que se organicen en grupos de trabajo (de tres o cuatro integrantes) y realicen el diseño experimental propuesto en el texto, utilizando los materiales solicitados. Luego deberán responder los apartados de Resultados, Interpretación de resultados y Elaboración de conclusiones. 	76 y 77

	<ul style="list-style-type: none"> - Revise cada una de las respuestas, considerando las diversas alternativas que los grupos proponen, por ejemplo, en la forma de expresar los resultados. - Finalmente, los grupos de trabajo completan el Informe de laboratorio 2, que se encuentra al final de su texto. 	
12	<ul style="list-style-type: none"> - Señale a los estudiantes que en esta clase se trabajará con una lectura científica sobre plantas que pueden resistir heladas. Se trata de que los estudiantes aprendan a comprender este tipo de textos, sobre todo en lo que se refiere a la lectura de gráficos y su interpretación. - Lea junto con los estudiantes la lectura científica de la página 78. Para ir corroborando la comprensión de la lectura, se sugiere realizar las siguientes preguntas durante su desarrollo: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué efectos tienen las heladas en las plantas? • ¿Qué efecto tiene el retraso del cultivo por los agricultores? • ¿Cuáles son las dos especies que participan del proyecto?, ¿qué participación tiene cada una? - Cuando se pase a los gráficos, enfatizar: <ul style="list-style-type: none"> • Las variables que muestra cada gráfico. En el de la izquierda está la tolerancia a las heladas vs. la variedad de transgénicos de papas, y en el de la derecha, la cantidad de azúcares producidos por las papas vs. la variedad de transgénicos. • La interpretación de que todas las variedades de transgénicos presentan mayor tolerancia a las heladas y mayor producción de azúcares, comparadas con la muestra control. - Finalizada la lectura, plantee las siguientes preguntas: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Es correcto señalar que esta técnica corresponde a la ingeniería genética? • Argumenta por qué se puede señalar que estas papas pueden ser consideradas OMG. - Pida a los estudiantes que desarrollen la sección Comprendo lo que leo, actividad que permite evaluar la comprensión de la lectura científica. - Finalmente, señale que se ha dado término a la unidad 2, por lo que es necesario hacer una Síntesis de lo revisado. Pídales que lean la página 79 y aclare posibles dudas en cada una de las temáticas. 	78 y 79
13	<ul style="list-style-type: none"> - Revise junto con el curso el modelamiento de pregunta tipo PSU de la página 80, analizando la forma en que se puede abordar una pregunta de alternativas. Aclare dudas respecto a este punto. - Luego, pida a los estudiantes que desarrollen las 24 preguntas de alternativas y las preguntas para la evaluación de procesos científicos de las páginas 86 y 87. Deles al menos 40 minutos. - Entregue las claves de las preguntas de alternativas y aclare dudas cuando no haya consenso o no se comprenda la respuesta correcta. Finalmente, revise en forma especial la sección Evaluación de procesos científicos. 	80 a la 87