

CAPÍTULO 6

El metabolismo celular y la energía de los seres vivos

María Alejandra Mansilla

Las ciencias representan un ámbito de continua exploración y se destaca, en el campo de las ciencias naturales, el avance en el desarrollo de las técnicas, procesos, productos y aplicaciones en pos de la mejora de la calidad de vida. Tal es el caso de la biotecnología, que se distingue por presentar situaciones controversiales, como los debates sobre la clonación, la utilización de células madre o la creación de organismos genéticamente modificados (Ocelli, García-Romano y Valeiras, 2018).

Las autoras mencionadas señalan que, la intervención ciudadana en estas controversias requiere de la disposición de un sistema de conocimientos, habilidades y juicios de valor que involucren aspectos científicos, tecnológicos, económicos, ambientales, éticos, entre otros. Las investigaciones indican que la incorporación de conceptos y situaciones problemáticas vinculados a la biotecnología en las propuestas didácticas escolares representan un componente importante para la alfabetización científica ciudadana, fundamental para la participación democrática y la toma de decisiones relacionadas con determinadas aplicaciones científicas o tecnológicas que requieren conocer sus fundamentos (Ocelli, Vilar y Valeiras, 2011; Ocelli, Gardenal y Valeiras, 2012; Ocelli, 2013a; Ocelli, 2013b; Ocelli, García-Romano, Gardenal y Valeiras, 2014).

En tal sentido, la enseñanza de las ciencias tiene un compromiso con la construcción de sociedades democráticas desde el trabajo escolar concreto de las y los docentes, en términos de promover el razonamiento lógico y moral del estudiantado para su participación crítica (Pérez y Lozano, 2013).

Reconocer este compromiso supone tomar distancia de la visión de ciencia como una actividad descontextualizada y éticamente neutral según expresan Fernández *et al.* (2002, citado en González Galli, 2019).

Considerando estos aspectos de la ciencia, se plantea como abordaje de la propuesta didáctica, la conceptualización y clasificación de la biotecnología en moderna y tradicional, para luego proceder con el análisis de la controversia socio científica dado que, según Díaz Moreno y Jiménez-Liso (2011), las divergencias vinculadas con la ciencia “se convierten en un punto de partida y en un motor de aprendizaje. Además, representan un recurso recurrente tanto en la investigación y en las clases de ciencias como en la divulgación científica” (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2011).

Una controversia es entendida como un problema real que, según Sigüenza Molina y Sáez (1990), no tiene una respuesta conocida de antemano e incluso puede que esta no exista.

En tal sentido, se propone en el marco del análisis de una situación problemática emitida desde una controversia, la división de la clase en dos equipos de trabajo, y la asignación de roles para, de esta manera, propiciar el debate y la expresión de ideas y conclusiones.

Dicha estrategia contribuye a la determinación de un escenario sobre el que hay que reflexionar, buscar, investigar y que, para responder, los estudiantes deberán trabajar, pensar y definir estrategias de resolución (Gaulin, 2001).

A continuación, se plantea que cada equipo comparta con el contrario las conclusiones a las que llegaron con el propósito de iniciar un debate y evaluar la pertinencia de cada postura. De este modo se propicia el análisis de los contenidos conceptuales implicados en la polémica sobre la aplicación de la técnica. Por otra parte, el reconocimiento de la controversia socio- científica como una disputa pública sin una resolución fácil que implica la intervención de la comunidad científica, con argumentos epistémicos y no epistémicos (Delgado y Segura, 2007).

Por otro lado, el trabajo en grupo, la determinación de posturas, la elaboración de opiniones y/o conclusiones para luego compartirlas, el desarrollo de reflexiones colectivas, para que se pueda pensar sobre la acción, y sobre lo que el otro haría en una situación determinada, aportan a una revisión personal sobre un asunto social (Díaz-Estrada *et al.*, 2019). Esto remite a la inserción del actor en los sistemas sociales y a sus relaciones con los demás, en el que cada uno está ocupado en sistemas de acción colectiva. “El actor proporciona su *habitus*, que la interacción enriquece, empobrece o diferencia, de suerte que se hace posible funcionar con los otros de forma relativamente estable, incluso armoniosa” (Díaz-Estrada *et al.*, 2019: 39).

Con respecto a este enfoque, cabe precisar que no necesariamente se debe esperar que las y los estudiantes lleguen a una conclusión, ya que muchas veces el valor está en el disenso y en las razones de su existencia y no en lograr un consenso (Levinson, 2006).

Por otra parte, la concreción de equipos de trabajo para la realización de un debate en torno a las implicancias científico-sociales de la técnica supone recurrir a los diferentes aspectos del fenómeno estudiado, que contribuyen al reconocimiento de la perspectiva sociocrítica, que significa tener en cuenta la presencia ineludible de valores no epistémicos en la actividad científica y la compleja vinculación entre la ciencia y los demás componentes de la sociedad, así como los aspectos económicos, institucionales, etcétera (Gómez, citado en González Galli, 2019).

En otro aspecto, la implicancia de las mitocondrias en el abordaje controversial de la secuencia representa el punto de partida de las funciones celulares: respiración celular y fermentación que forman parte del metabolismo celular de los seres vivos.

A este respecto, Hernández (2020) hace referencia a que, en la escuela secundaria, las funciones metabólicas celulares, se encuentran en un nivel de simbolismo donde para los distintas estructuras celulares y compuestos químicos involucrados como el citoplasma, el cloroplasto, la mitocondria, la clorofila, la glucosa, las enzimas, el ATP, el piruvato, el lactato, los transportadores de electrones, las bacterias no se hallan ejemplos directamente observables. Asimismo, el autor menciona que estos resultados permiten concluir que la apreciación microscópica no existe en el esquema mental del alumnado ya que los jóvenes se guían por lo evidente y lo evidente tiene que ser de mediano y/o gran tamaño para que esté a su alcance y así sea perceptible y pueda ser considerado. Razones que se suman a la falta de interés y de motivación por parte de los estudiantes (Hernández, 2020).

En este sentido, se propone como estrategia, para continuar con el reconocimiento de los procesos metabólicos, la lectura y aplicación de la teoría mediante el análisis de imágenes caricaturescas: memes, seleccionadas de la web y que se relacionan con estos procesos.

Al respecto, cabe destacar que estas representaciones, según Campi-llay simbolizan un nexo entre el sistema educativo y los nativos digitales, debido a que “tienen un poder de descripción y explicación en torno a un fenómeno, hecho o desarrollo cultural mucho más efectivo para la cultura juvenil, globalizada –y por ende hiperconectada– en el ámbito educativo del siglo XXI” (2016: 5).

Finalmente se presenta en la clase número tres, la posibilidad de que los alumnos hipoteticen el marco de la biotecnología tradicional (producción de pan) sobre una situación problemática que implica al proceso de fermentación llevado a cabo por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, para luego recurrir a la realización de una actividad experimental para favorecer la comprensión e integración de contenidos conceptuales implicados en esta función metabólica.

En este sentido, es importante destacar que dicha estrategia de enseñanza guarda relación con lo que refieren Marchesini, Piassentini y Occelli (2012) cuando mencionan que las actividades son significativas para los estudiantes cuando estas se relacionan con la vida cotidiana y sus experiencias.

La controversia sociocientífica

En septiembre del año 2016, noticieros del mundo dieron a conocer una noticia que representó un hecho controversial en los ámbitos social y científico: “Ibrahim, el primer bebé nacido mediante una nueva técnica de fertilidad que implica el uso del ADN de tres personas”.

La noticia de su nacimiento representó un gran acontecimiento, por tratarse del primer bebé engendrado mediante el procedimiento de los tres padres (triparental), que permite a progenitores con mutaciones genéticas raras concebir hijos sanos utilizando ADN del padre, de la madre y de una donante.

El procedimiento utilizado fue considerado según el Canal de Noticias RT como un “Polémico logro: Nace en México el primer bebé del mundo con tres padres”.¹ Por otro lado, el noticiero BBC presentó la noticia con el siguiente titular “Nace el primer bebé con tres padres gracias a un controvertido tratamiento”.²

La técnica utilizada para el nacimiento de Ibrahim para evitar la enfermedad mitocondrial representó un desafío para los especialistas. El método aprobado en el Reino Unido denominado transferencia pronuclear implica fertilizar tanto el óvulo de la madre como el óvulo de una donante con el esperma del padre, y antes de que los óvulos fertilizados comiencen a dividirse en embriones en etapa temprana, se extraen los núcleos y el núcleo del óvulo fertilizado de la donante se desecha y se reemplaza por el núcleo del óvulo fertilizado de la madre.

Sin embargo, esta técnica no fue considerada en los padres de Ibrahim: ya que se oponían a la destrucción de dos embriones. Por ello se adoptó un enfoque diferente, llamado transferencia nuclear de huso. Esta técnica consiste en extraer el núcleo del óvulo de la madre e insertarlo en un óvulo de una donante al que previamente se le había extraído su propio núcleo. El óvulo resultante, con ADN nuclear de la madre y ADN mitocondrial de un donante, fue luego fertilizado con el esperma del padre.

El especialista al frente del proyecto, Zhang, creó cinco embriones, pero solo uno se desarrolló de forma normal el cual fue implantado en la madre y el bebé nació nueve meses después.

1 <<https://youtu.be/M9USqeelymU>>.

2 <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37483563>>.

Esta técnica no fue aprobada en Estados Unidos por lo que Zhang fue a México, donde, según dijo, “no hay regulaciones”. Por tal motivo, el especialista, declaró a la revista *New Scientist*, en torno a las decisiones tomadas: “Para salvar vidas esta es la decisión ética correcta”.³

Altos estamentos de la Iglesia de Inglaterra y de la Iglesia Católica, así como determinados miembros de la comunidad científica, se mostraron contrarios a la aprobación de esta técnica, por considerar que plantea incertidumbres éticas. La oposición de la Iglesia radica, en parte, en que implica la destrucción de un embrión, y podría abrir la puerta a futuras modificaciones genéticas en los embriones”.⁴

Secuencia Didáctica

Metabolismo celular y la energía de los seres vivos

Espacio curricular

Biología

Destinatarios

Alumnos y alumnas de 5to° Año del Ciclo Orientado de la Orientación en Ciencias Naturales

Propósitos

- Propiciar la profundización del conocimiento del flujo de la información genética en los seres vivos, para la comprensión de procesos biológicos y de sus aplicaciones biotecnológicas en distintos ámbitos (salud, industria alimenticia y farmacológica, etcétera) y la reflexión sobre la relación entre los avances científicos y sus implicancias sociales.
- Enriquecer el conocimiento de las metodologías de trabajo, lenguaje, comunicación, modelización, propias de la biología, para comprender la construcción del conocimiento científico.

Contenidos

Los contenidos que se presentan a continuación corresponden al Diseño Curricular de la Prov. Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, Res. N° 2796 del Ministerio de Educación (2014), el cual propone abordar y profundizar temáticas relacionadas con la genética y la evolución de relevancia socio-científica para propiciar la resignificación de los procesos biológicos.

3 <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37483563>>.

4 <<https://redbioetica.com.ar/tres-padres-geneticos-limites-la-fecundacion-asistida/>>.

Ellos son:

- Resignificación de los principales mecanismos de expresión y regulación génica analizando la relación entre la información genética y la manifestación de características fenotípicas en los procesos de desarrollo biológico y evolutivo.
- Interpretación de la relación entre la biotecnología y el conocimiento de los procesos de flujo de la información genética, indagando sobre distintas metodologías y herramientas biotecnológicas y su utilización para el desarrollo y aplicación en distintas industrias.
- Reflexión sobre los cuestionamientos éticos y sociales que provocan los avances en la manipulación genética y los procesos biotecnológicos modernos, analizando las implicancias de su utilización.

Objetivo de la secuencia didáctica

Explicar los procesos metabólicos: respiración celular y fermentación de los seres vivos, en el marco de la biotecnología y la controversia sociocientífica.

Hoja de ruta de la clase N° 1

Act. N°	Nombre de la actividad	Tipo	Objetivo	Habilidades		Detalles de la acción
				Cognitivas	Cognitivo-lingüísticas	
1	¿Qué es la Biotecnología y cómo se clasifica?	IE	Reconocer qué es la Biotecnología y su clasificación mediante el análisis de su presencia en contextos cotidianos.	Recordar Comprender Aplicar	Definir Explicar	Trabajo grupal Lectura de situación problemática Escritura de una explicación
2	Biotecnología Moderna: La terapia mitocondrial	AEM	Explicar la implicación de las mitocondrias en el metabolismo de los seres vivos a partir del abordaje de una cuestión socio-científica: "El caso Ibrahim".	Comprender Interpretar Inferir	Resumir Explicar Fundamentar	Lectura de situación problemática Análisis de lectura científica. Observación de videos Trabajo grupal Representación de los actores involucrados en la problemática Elaboración y escritura de fundamentos para debate

3	¿Para salvar vidas, la terapia mitocondrial es la decisión ética correcta?	AS	Justificar la aplicación de la ingeniería genética mediante el análisis de la postura científica del Dr Zhan.	Aplicar Implementar	Explicar Justificar	Escritura de opinión
4	Las mitocondrias y las enfermedades genéticas	AA	Reconocer la diversidad de enfermedades mitocondriales fundamentando respecto a las características de las mismas, mediante el análisis de casos.	Aplicar Analizar	Explicar Fundamentar	Análisis de texto. Diseño de red conceptual Escritura de razones o fundamentos
5	Las bases moleculares de las enfermedades mitocondriales	AAE	Fundamentar respecto al metabolismo celular en el marco de la caracterización de las mitocondrias.	Aplicar Caracterizar Crear	Fundamentar	Realización de mapa conceptual Diseño y explicación de infografía

Hoja de ruta de la clase N° 2

Act. N°	Nombre de la actividad	Tipo	Objetivo	Habilidades		Detalles de la acción
				Cognitivas	Cognitivo-lingüísticas	
1	El oxígeno y la energía de los seres vivos	IE	Inferir respecto al oxígeno hipotetizando sobre su función en los seres humanos, mediante el análisis de una situación problemática.	Recordar Interpretar Relacionar Discutir	Explicar	Lectura de situación problemática Trabajo grupal Elaboración y escritura de hipótesis
2	Los procesos metabólicos	AEM	Reconocer los procesos metabólicos de los seres vivos describiendo sus características a partir del análisis de texto.	Interpretar Clasificar Esquematizar Ejemplificar	Definir Resumir	Análisis de texto. Identificación de palabras claves Elaboración de mapa conceptual y glosario
3	Los memes en los procesos metabólicos	AS	Explicar los procesos metabólicos implicados en la producción de energía, interpretando y estableciendo relaciones con representaciones (memes) de la web.	Identificar Interpretar Transferir	Explicar Justificar Demostrar	Análisis de situación problemática Diseño experimental Escritura de hipótesis y conclusiones

4	¿Seres vivos?	AS	Justificar el metabolismo celular de las levaduras, hipotetizando respecto de una situación problemática y el diseño experimental.	Interpretar Investigar Aplicar	Definir Justificar	Análisis de texto. Diseño de red conceptual Escritura de razones o argumentos
5	El metabolismo de organismos anaerobios facultativos: las levaduras	AAE	Justificar el metabolismo de las levaduras, integrando los conceptos abordados en un informe.	Aplicar Crear	Explicar Justificar	Escritura de informe grupal

– Clase N° 1 –

1) *Actividad de iniciación y exploración (AIE):* *¿Qué es la Biotecnología y cómo se clasifica?*

Objetivo de la actividad

- Reconocer qué es la Biotecnología y su clasificación mediante el análisis de su presencia en diversos contextos.

Introducción

Consignas

La Biotecnología

1. Lee el texto: “¿Qué es la Biotecnología?”, y a continuación, responde a los interrogantes.

¿Qué es la biotecnología?

Existen muchas definiciones de biotecnología. A fin de representar una de carácter inclusivo, propongo que analicemos la definición del convenio sobre La Biodiversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) indica lo siguiente: Por “biotecnología se entiende toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos. Por lo tanto, queda claro que la biología se encuentra indefectiblemente involucrada.

Esta utilización de los sistemas biológicos no solo hace referencia a la modificación derivada de la ingeniería genética que algunos autores llaman “biotecnología moderna” sino también, a aquellos procesos que la modificación de variedades de fenotipos o el aprovechamiento de los procesos de fermentación de los microorganismos para la elaboración de alimentos, así como la cerveza, el pan, el yogurt. Estos últimos suelen agruparse como procesos de la “biotecnología tradicional”.

Una manera integradora de concebir a la biotecnología fue propuesta por Smith (2004) quien invita a pensarla como si fuera un árbol, en el cual sus raíces serían las ciencias básicas como la biología celular, la fisiología, la química biológica, la inmunología, entre otras. El tronco estaría representado por las técnicas de la ingeniería genética, el cultivo celular y, el follaje por todas aquellas aplicaciones que pueden realizarse en diversos ámbitos como por ejemplo en la producción de energía, medicamentos, terapias, agricultura, ganadería, así como la conservación de la biodiversidad, la recuperación y remediación del ambiente.

Fuente: Ocelli, M. (2013). Enseñar biotecnología en la escuela: aportes y reflexiones didácticas. *Boletín Biológica* N° 27 (7) 9- 13.

2. De acuerdo con el texto analizado, responde:

- ¿Qué tipo de biotecnología representa la figura 1? ¿por qué?

FIGURA 1. ADN y ciencia



Fuente: Elaboración propia.

- Busca imágenes u otros ejemplos que representen al otro tipo de biotecnología y, a continuación, explica por qué forma parte de esa categoría.

2) **Actividad para la promoción y evolución de los modelos iniciales (AEM):** **“Biotecnología Moderna: La terapia mitocondrial”**

Objetivo de la actividad

- Explicar la implicación de las mitocondrias en el metabolismo de los seres vivos a partir del abordaje de una cuestión socio-científica: “La Terapia de Transferencia Mitocondrial: El caso Ibrahim”.

Introducción

Consignas

Biotecnología moderna

1. Se les plantea a continuación, la lectura de un caso que representa una cuestión socio-científica: “La Terapia de Transferencia Mitocondrial: el caso Ibrahim”.

La Terapia de Transferencia Mitocondrial: El caso Ibrahim

El 3 de febrero de 2015 la Cámara de los Comunes del Reino Unido aprobó, por 382 votos a favor y 128 en contra, una modificación de la Ley de Embriología y Fertilización Humana de 2008, que permite la realización de la denominada “transferencia mitocondrial” en seres humanos. Ante esta evidencia ha arremetido un debate ético entre dos posturas claramente enfrentadas. De un lado se hallan quienes aplauden la aplicación de la transferencia mitocondrial, que consideran una técnica de carácter marcadamente terapéutico, por cuanto puede suponer un avance decisivo para aquellas mujeres incapaces de tener hijos por un ADN mitocondrial defectuoso. Frente a ellos, no obstante, hay una corriente que plantea cuestiones extremadamente graves acerca de la legitimidad de la aplicación de este método, sobre diferentes bases: la destrucción de vidas humanas en fase embrionaria, la ruptura de la prohibición de las modificaciones genéticas en la línea germinal, la inseguridad inherente al procedimiento, la utilización de un proceso de clonación, con todo lo que ello conlleva, etc.

Fuente: De Miguel Beriain, I., Atienza Macías, E., & Armaza Armaza, E. J. (2016). “Algunas consideraciones sobre la transferencia mitocondrial: ¿un nuevo problema para la bioética?” *Acta bioethica*, 22(2), 203-211.

2. Considerando el debate en torno a la técnica, en el año 2016, nace un niño mediante transferencia mitocondrial: Ibrahim. Los medios de comunicación se hacen eco y mencionan el evento con titulares tales como: “Nace el primer bebé con “tres padres” gracias a un controvertido nuevo tratamiento en México” <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37483563>>.
- a) A partir de la lectura de la noticia del caso Ibrahim y las objeciones que se plantean en el artículo “Algunas consideraciones sobre la transferencia mitocondrial: ¿un nuevo problema para la bioética?” <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/abioeth/v22n2/art07.pdf>>, se les propone dividirse en dos grupos para representar a los siguientes actores:
- El Equipo de trabajo del Dr. Zhang.
 - Científicos en contra de la técnica de Transferencia Mitocondrial en seres humanos.
- b) Cada equipo trabajará en torno a la situación problemática que se plantea a continuación:
- Una pareja decide tener un hijo a pesar de que en un análisis genético a la mujer se le ha diagnosticado una mutación genética en sus mitocondrias capaz de desarrollar en su descendencia el Síndrome de Leigh.*
- c) Deberán ofrecer a los progenitores, información sobre los pros y los contras sobre la terapia de transferencia mitocondrial, realizando las fundamentaciones correspondientes en sus carpetas para luego socializarlas al grupo clase.

3) Actividad de Síntesis (AS):

¿Para salvar vidas, la terapia mitocondrial es la decisión ética correcta?

Objetivo de la actividad

- Justificar la aplicación de la ingeniería genética mediante el análisis de la postura científica del Dr. Zhan.

Introducción

Consignas

1. A partir del análisis realizado sobre el caso Ibrahim y el debate en torno a la técnica terapia mitocondrial escribe una opinión a partir de la afirmación del Dr. Zhang: “Para salvar vidas esta es la decisión ética correcta”. Justifica tu escrito teniendo en cuenta lo trabajado en clase y los artículos analizados.

4) Actividad de Aplicación (AA):

“Las mitocondrias y las enfermedades genéticas”

Objetivo de la actividad

- Reconocer la diversidad de enfermedades mitocondriales fundamentando respecto a las características de las mismas, mediante el análisis de casos.

Introducción

Consignas

Las enfermedades mitocondriales

Se designa con el nombre de enfermedades mitocondriales a un grupo de trastornos cuya característica común es la deficiencia energética.

Existe una diversidad de enfermedades de origen mitocondrial. A continuación, analizaremos la historia de Nerea.

1- Observa el video “Fisioterapia en enfermedades raras: evolución en una enfermedad mitocondrial” <<https://youtu.be/zo4bkSPcqF4>> y luego responde:

- a) Nerea manifiesta dificultades motoras, ¿por qué?, ¿cuál es su enfermedad?
- b) La historia de Nerea tiene puntos en común con la de Ibrahim, ¿cuáles son?, ¿por qué? Realicen en grupo una descripción de los mismos.

5) Actividad de Evaluación (AE): “¿... y cómo están tus mitocondrias?”

Las bases moleculares de las enfermedades mitocondriales”

Objetivo de la actividad

- Fundamentar respecto al metabolismo celular en el marco de la caracterización de las mitocondrias.

Introducción

Consignas

“¿...y cómo están tus mitocondrias?”

Las bases moleculares de las enfermedades mitocondriales

1. Analiza el video: “El ser humano desde el ojo de la mitocondria | Alejandro Leal | TEDxPuraVida” <https://youtu.be/kC7_kxF1cqW> y procede a realizar una reflexión teniendo en cuenta de explicar las declaraciones:

- “Las mitocondrias son actrices del metabolismo”
 - “...¿cómo están tus mitocondrias?”
2. A partir de la investigación sobre la temática, realiza en grupo un mapa conceptual teniendo en cuenta:
 - La estructura, características y funciones de las mitocondrias.
 - El origen evolutivo de la organela y sus funciones metabólicas.
 3. Mediante una infografía o la realización de un poster, expongan las particularidades de las mitocondrias y su implicancia en el metabolismo y la salud humana.

– Clase N° 2 –

1) *Actividad de iniciación y exploración (AIE):* *“El oxígeno y la energía de los seres vivos”*

Objetivo de la actividad

- Inferir con respecto al oxígeno hipotetizando sobre su función en los seres humanos, mediante el análisis de una situación problemática.

Introducción

Consignas

El oxígeno y la energía de los seres vivos

Mediante la mecánica respiratoria, los seres humanos incorporan oxígeno a su organismo para vivir. Sin embargo, Johann Mühlegg, para mejorar su rendimiento atlético, aumentó artificialmente el suministro del mismo a sus células (figura 2).

- a) Teniendo en cuenta este suceso, ¿cuál crees que fue su intencionalidad, es decir, por qué pensó que el oxígeno “mejoraría su desempeño atlético”?
- b) ¿A cuáles componentes químicos se refiere el autor para obtener energía?
- c) En grupo discutan a partir de sus primeras impresiones. Escriban en sus carpetas la o las conclusiones a las que hayan llegado.

FIGURA 2. Los deportistas

Los músculos de los deportistas requieren de ciertos componentes químicos para obtener la energía que necesitan. Algunos atletas suelen aumentar artificialmente el suministro de oxígeno a sus células para mejorar su desempeño atlético. Johann Mühlegg, un atleta de élite, fue penalizado por recurrir a dicha práctica.



Fuente. Adaptado de *Obtención de energía: Glucólisis y respiración celular*. [Fotografía], por T. Audesirk, G. Audesirk y B. E. Byers, 2008. *Biología: la vida en la tierra* (p. 132). Pearson Educación de México.

2) Actividad para la promoción y evolución de los modelos iniciales (AEM): “Los procesos metabólicos”

Objetivo de la actividad

Reconocer los procesos metabólicos de los seres vivos describiendo sus características a partir del análisis de texto

Introducción

Consignas

El metabolismo de los seres vivos

1. Lean en grupo el texto: “Metabolismo en autótrofos y heterótrofos” (pp. 65-66)⁵ y realicen un mapa conceptual sobre los diferentes procesos metabólicos.
2. Elaboren un glosario de las palabras que no entiendan.

5 Aduriz-Bravo, A., Barberi, M., Bustos, D., Frid, D., Hardmeier, P., y Suárez, H. (2009). Estructura y metabolismo celular. En P. L. Sabatini (Ed), *Biología. Anatomía y fisiología humanas. Genética. Evolución* (p 65- 66). Santillana Perspectivas.

3) *Actividad de Síntesis (AS):*
“Los memes en los procesos metabólicos”

Objetivo de la actividad

- Explicar los procesos metabólicos implicados en la producción de energía, interpretando y estableciendo relaciones con representaciones (memes) de la web.

Introducción

Consignas

- 1 - ¿Qué proceso se representa en los siguientes memes?, ¿por qué? Identifica, explica y fundamenta los errores conceptuales.

FIGURA 3. Movimiento Anti oxígeno



Fuente. Adaptado de *MAO Movimiento Anti Oxígeno [Fotografía]*, de 100cia, 1 de septiembre de 2020, Twitter. <https://twitter.com/100cia_/status/1300742273077055490?s=20&t=aDnRvZkPD-jPAbu30j4bsQ>.

FIGURA 4



Fuente. Adaptado de *Ninen León. Frases de gym.* Pinterest.

4) *Actividad de Aplicación (AA):*

"¿Seres vivos?"

Objetivo de la actividad

- Justificar el metabolismo celular de las levaduras, hipotetizando en el marco de una situación problemática y el diseño experimental.

Introducción

Consignas

¿Seres vivos?

- I. Analiza el siguiente texto

La reflexión

Un sitio web de divulgación científica, me recordó que aún, en la actualidad persiste el debate entre los científicos con respecto a la naturaleza de los virus.

Están quienes afirman que son seres inertes, es decir que carecen de metabolismo propio, mientras que otros afirman que son un tipo de vida diferente capaz de mostrar su existencia.

Ante las posturas que surgen, pensé en la imposibilidad de definir una posición. Todo esto me hizo pensar en la situación que se me había presentado unos días atrás.

Recuerdo que ese día había decidido comer pizzas por lo que fui de compras al almacén del barrio. En el momento de solicitar la levadura, lo que me dijo el vendedor me llamó la atención.

Les transcribo el diálogo:

Almacenero: —Tengo levadura fresca (me mostró cubos) de esta marca y de esta otra, ¿cuál prefiere?

Yo: —¿Cuál es la diferencia? —pregunté.

Almacenero: —Ninguna —me respondió— ...las dos son seres vivos.

En ese momento no me había percatado de lo sencillo que le resultó al almacenero emitir esa afirmación. Me pregunto ahora, ¿cómo pueden ser seres vivos? No lo parecen.

Entonces... ¿también mueren?

En conclusión, ese día me traje las dos levaduras a casa. Una la usé en la masa y la otra espera en la heladera.

2. Te propongo ayudar al protagonista. Para ello deberás realizar las siguientes actividades:

a) Observa el video: “Historia de la levadura” <<https://youtu.be/Bag-NE6cVhrU>>. A continuación, reúnete en grupo y debate respecto a los interrogantes que se plantean al final del texto “La reflexión”. Escribe en tu carpeta las hipótesis a las que hayan abordado.

¿Cómo podrían comprobar que las levaduras son seres vivos?

b) Realicen un diseño experimental para trabajar en el laboratorio escolar que permita dar respuestas al protagonista de la historia, teniendo presente de partir de las hipótesis a las que hayan abordado en la actividad “a”.

c) Luego de realizada la experiencia en el laboratorio, escriban las conclusiones a las que hayan abordado.

5) Actividad de Evaluación (AE):

“El metabolismo de organismos anaerobios facultativos: las levaduras”

Objetivo de la actividad

- Justificar el metabolismo de las levaduras integrando los conceptos abordados en un informe.

Introducción

Consignas

El metabolismo de las levaduras

Teniendo en cuenta que las levaduras son organismos anaerobios facultativos, realiza en grupo, un informe sobre el metabolismo de las mismas, considerando como insumo para el mismo, la fundamentación de los siguientes interrogantes:

- ¿Por qué las levaduras son consideradas organismos anaerobios facultativos?
- ¿Cuál es la función de las levaduras en la elaboración del pan?
- ¿Cuál es el tipo de proceso que ocurre al mezclar la levadura con la harina?
- ¿Por qué es necesario dejar reposar la masa en un ambiente cálido durante una hora antes de hornear?
- ¿Qué relación tiene el proceso anterior con los agujeritos de la masa del pan?
- ¿Por qué la masa no tiene gusto a alcohol?
- ¿Qué le sucede a la levadura durante la cocción?

Referencias bibliográficas

- Campillay, E. V. (2016). “El meme como nexo entre el sistema educativo y el nativo digital: tres propuestas para la enseñanza de Lenguaje y Comunicación”. *Revista educación y tecnología*, (9), pp. 1-15.
- De Miguel Beriain, I., Atienza Macías, E., y Armaza Armaza, E. J. (2016). “Algunas consideraciones sobre la transferencia mitocondrial: ¿un nuevo problema para la bioética?” *Acta bioethica* 22(2), pp. 203-211.
- Delgado, M. y Segura, J. V. (2007). “Valores en controversias: La investigación con células madre”. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad* 3(9), pp. 9-31.
- Díaz-Estrada, L., García-Martínez, L., Clavijo-Montoya, M. C., y Agudelo, N. R. (2019). “Relación entre concepciones de los maestros sobre ciencia y la enseñanza contextualizada”. *Bio-grafía*, pp. 2023-2029.

- Díaz Moreno, N. y Jiménez Liso, M. (2011). "Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica". *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 9(1), pp. 54- 70.
- Fernández, I.; Gil, D.; Alís, J. C.; Cachapuz, A. F. y Praia, J. (2002). "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, pp. 477-488.
- Gaulin, C. (2001). "Tendencias actuales de la resolución de problemas". *Sigma: revista de matemáticas= matematika aldizkaria* (19), pp. 51-63.
- Gómez, R. J. (2014). "La dimensión valorativa de las ciencias. Hacia una filosofía política". *TECNOLOGÍA & SOCIEDAD* (4), p. 81.
- González Galli, L. M. (2019). "Enseñanza de la biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición". *Educación en Biología* 22(2), pp. 4- 24.
- Hernández, I. S. S. (2020). "¿Cómo sobrevivir a la enseñanza del metabolismo celular en bachillerato?". *Revista Digital Universitaria* 21(2), pp. 1- 11.
- Marchesini, S., Piassentini, M. J. y Occelli, M. (2012). "Una propuesta para realizar trabajos prácticos de Biotecnología en la escuela secundaria". *Memorias de las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Villa Giardino. Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina.*
- Mito Guerrero. (05 de noviembre de 2020) . *Fisioterapia en enfermedades raras: evolución en una enfermedad mitocondrial*. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/zo4bkSPcqF4>.
- Levinson, R. (2006). "Towards a theoretical framework for teaching socio-scientific controversial issues". *International Journal of Science Education* 28(10), pp. 1201-1204.
- Occelli, M.; García- Romano, L.; Gardenal, C. y Valeiras, N. (2014). "Los organismos transgénicos y su lugar en el aula de secundaria: Un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina)". *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva.*
- Occelli, M.; García-Romano, L. y Valeiras, N. (2018). "La enseñanza de la biotecnología y sus controversias socio- científicas en la escuela secundaria: un estudio en la ciudad de Córdoba (Argentina)". *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (43), pp. 31-46.
- Pérez, L. F. M. y Lozano, D. L. P. (2013). "La emergencia de las cuestiones socio científicas en el enfoque CTSA". *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* 8(1), pp. 23-35.
- TEDx Talks. (03 de diciembre de 2020). "El ser humano desde el ojo de la mitocondria | Alejandro Leal | TEDxPuraVida". [Archivo de Vídeo]. Youtube. https://youtu.be/kC7_kxF1cqW_

SOBRE LAS AUTORAS

Gisela Vanina Acosta Beiman nació en Capital Federal. Es profesora, en Ciencias Naturales y Biología por el ISFDyT N° 159 de la ciudad de Punta Alta, provincia de Buenos Aires, donde vivió gran parte de su vida. Desde hace once años reside en Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, Ushuaia, donde continuó su formación a distancia en la Universidad de CAECE y obtuvo el título de licenciada en Enseñanza de la Biología y medio ambiente. Luego obtuvo el posgrado de Especialista en enseñanza de la Biología por la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF). Actualmente se encuentra finalizando la Maestría en Educación (Universidad de Quilmes) y el Doctorado en Ciencias de la Educación. Desde hace 15 años es docente de nivel secundario y desde el año 2020 es docente investigadora de la UNTDF.

Flavia Almirón nació en el costado norte de la Patria, Formosa y hoy vive en el fin del mundo, Ushuaia. Es profesora de Biología y Especialista en Enseñanza de la Biología por la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF). Docente en actividad como profesora de nivel medio, con especial trayectoria en Educación de Adultos y Educación Popular. Miembro del Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Naturales (GIECiN) como docente externa y graduada de posgrado por el IEC de la UNTDF. Participa de proyectos cuya línea de investigación se enmarca en la Didáctica de las Ciencias Naturales. Actualmente cursa la Licenciatura en educación por Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) con especialización en temas relacionados con la Educación Sexual Integral y la Educación Popular. Es activista social y feminista

así que sus trabajos tienen compromiso con la docencia, la ciencia, el feminismo y la lucha por una sociedad más justa e igualitaria.

Nancy Edith Fernández Marchesi es doctora en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Extremadura, magíster en Enseñanza de las Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) y especialista en Educación Ambiental. Trabaja en el Instituto de la Educación y del Conocimiento (IEC) de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, donde se desempeña como docente de grado, posgrado e investigadora. Dirige la Especialización en Enseñanza de la Biología y el grupo GIECiN (Grupo de investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales). Sus principales temas de investigación son las estrategias de enseñanza y de aprendizaje en el nivel superior, la didáctica del uso del laboratorio de ciencias naturales y las prácticas de Educación Ambiental tanto en el sistema formal como no formal.

Griselda Edith Gómez nació en Mendoza, pero de pequeña sus padres eligieron Tierra del Fuego como su nuevo hogar. Realizó sus estudios primarios y secundarios en colegios públicos de Tierra del Fuego para finalmente recibirse de docente de Biología por el Instituto Superior del Profesorado de Río Grande. Actualmente se desempeña en colegios públicos de nivel medio en la ciudad en la que vivió gran parte de su vida. Actualmente cursa la Especialización de la Enseñanza de la Biología en la Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Este trayecto le permitió comprender la importancia de incluir las actividades prácticas de laboratorio en el quehacer de los docentes de biología, tema que selecciono para su futuro trabajo final.

María Alejandra Mansilla es profesora en Ciencias Naturales del I.F.D N° 9 y especialista en la Enseñanza de la Biología de la UNTDF. Se desempeña como docente en la ciudad de Ushuaia de las modalidades secundaria y superior. Confiesa que su amor por la docencia inició en su ciudad natal: San Pedro de Jujuy, con el reconocimiento de la naturaleza en todas sus formas. La posibilidad de compartir ese mundo, que describe como complejo, misterioso y vulnerable, la ha llevado a recorrer diversos caminos de actualización docente. Su entusiasmo por enseñar y la convicción de que, profesores y profesoras son agentes de cambio, cuyo desempeño es clave para el desarrollo de competencias

que propician el desarrollo del lenguaje científico escolar en los y las estudiantes, le ha permitido elaborar su trabajo final de carrera con una mención de parte de la Escuela de Posgrado CONGRIDEC en el año 2020. Ha participado en proyectos de investigación en torno a las experiencias de laboratorio que ofrecen los profesores del nivel secundario y en talleres que guardan relación con el desarrollo de competencias científicas. Actualmente combina el ejercicio de la enseñanza en el aula con actividades de coordinación escolar.

Natalia Oro Castro nació en la provincia de San Juan. Es licenciada en Biología por la Universidad Nacional de San Juan. En el 2009 se mudó a la ciudad de Ushuaia para llevar a cabo una beca del CONICET y obtuvo el título de doctora en Biología por la Universidad Nacional del Sur. Desde el año 2012 trabaja como docente en el nivel superior, lo cual la llevó a especializarse en la docencia a través de diversas capacitaciones pedagógicas. Actualmente es docente del IPES-Florentino Ameghino y docente-investigadora de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF) y se encuentra cursando el trayecto final de la Especialización en la Enseñanza de la Biología de la UNTDF. Forma parte de proyectos de investigación científica sobre la biología y la pedagogía y de proyectos de extensión.

De la misma colección

- ▶ **Cuatro estudios didácticos para la formación de docentes de Matemática**
Rosa Ana Ferragina (ed.)
- ▶ **Lo que puede una escuela. Una construcción sin modelos**
Julián Mónaco y Alejandro Pisera (comps.)
- ▶ **Más didáctica (en la educación superior)**
Jorge Steiman
- ▶ **Matemática escolar y libros de texto. Un estudio desde la Didáctica de la Matemática**
José Villeda
- ▶ **Didácticas específicas. Reflexiones y aportes para la enseñanza**
Gema Fioriti (comp.)
- ▶ **Aportes didácticos para nociones complejas en Biología. La alimentación**
Alcira Rivasora y Ana Lía De Longhi (coords.)
- ▶ **Didáctica de la lengua y la literatura, políticas educativas y trabajo docente. Problemas metodológicos de la enseñanza**
Carolina Cuesta
- ▶ **Hacer música en grupo. La dinámica del grupo en acción y la evaluación como camino hacia la optimización de la performance**
María Inés Ferrero, Mónica Martín y María Amanda Meclazcke
- ▶ **La comprensión de la física en la escuela media**
Ana Isabel Iglesias
- ▶ **Recursos tecnológicos en la enseñanza de Matemática**
Gema Fioriti (comp.)
- ▶ **Para una didáctica con perspectiva de género**
Ana María Bach (coord.)
- ▶ **La evaluación como problema. Aproximaciones desde las didácticas específicas**
Gema Fioriti y Carolina Cuesta (comps.)
- ▶ **Jugadas maestras. Propuestas de enseñanza de la Lengua y la Literatura**
Marta Negrin (compiladora)



Secuencias a la carta

Nancy Edith Fernández Marchesi

Con el objetivo de explorar la singularidad que caracteriza la labor de la comunidad educativa en el fomento de los procesos de aprendizaje, este libro, redactado por expertas que han sido formadas en la Especialización en Enseñanza de la Biología del Instituto de la Educación y del Conocimiento de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur, tiene como propósito principal compartir propuestas de enseñanza de la Biología basadas en la didáctica específica de la disciplina y enriquecidas por las trayectorias personales y académicas de sus autoras.

El concepto de “didáctica de autoras” que se desarrolla en esta obra representa un cruce significativo entre la epistemología, la didáctica y las experiencias personales, delineando cómo abordar los contenidos esenciales y establecidos de manera curricular en el campo de la Biología en el contexto de las aulas, a través de secuencias de enseñanza diseñadas con independencia de las modalidades y enfoques propios del nivel secundario.

Cada capítulo del libro ofrece ejemplos concretos sobre cómo estos contenidos clásicos y fundamentales pueden ser trabajados de manera efectiva, ofreciendo una perspectiva práctica y enriquecedora para la enseñanza de la Biología.

Colección Archivos de Didáctica
Serie **Fichas de Aula**

