

Propuestas de actividades para enseñar naturaleza de la ciencia utilizando la historia de la biología

Hernán Cofré

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
hernan.cofre@pucv.cl

Eyleen González

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
eyleenn.gonzalez@gmail.com

Bruno Peña

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
bruno.pena.s@mail.pucv.cl

Pablo Figueroa

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
pablo.figueroa.g@mail.pucv.cl

Natalia Estay

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
natalia.estay.v@mail.pucv.cl

Ana Muñoz

Pontificia Universidad
Católica de Valparaíso
ana.munoz.c@mail.pucv.cl

David Santibáñez

Universidad Finis Terrae
dsantibanez@uft.cl

Resumen

El presente trabajo presenta una colección de 4 propuestas de actividades para la comprensión de la naturaleza de la ciencia (NOS) usando la historia de la biología como contexto de enseñanza. Dado que nuestro currículum declara explícitamente que la NOS debe ser enseñanza y comprendida junto a cada uno de los objetivos de aprendizaje, se hace muy importante que las y los profesores tengan acceso a ejemplos de como poder cumplir este objetivo en las aulas.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia, NdC, NOS, Historia de la Biología.

Introducción

“La evidencia respalda la importancia de contar historias al enseñar ciencias” (El Mercurio, Cuerpo A, 11/01/2021). Así comenzaba el artículo del diario nacional en el cual se hacía referencia a la editorial de la revista “Nature” en la cual se describen los beneficios de incluir aspectos históricos en las clases de ciencia (Collins, 2021). Según esta autora (química de formación), la inclusión de historia de la ciencia no solo sirve para enseñar ciencia y dar a conocer los aspectos humanos que la subyacen (por ejemplo, el aporte de minorías al desarrollo de conocimiento científico), sino también sugiere que debería incluirse más en los artículos en que los científicos comunican sus resultados a sus pares.

En el ámbito de la didáctica de las ciencias o educación científica, se han descrito varios otros aportes de la historia de la ciencia en la clase de ciencias (ver por ejemplo Tabla 1 en Núñez et al., 2017). Uno de los más importantes es la posibilidad de revisar explícitamente conceptos asociados a la naturaleza de la ciencia o la naturaleza del conocimiento científico (Núñez et al., 2017; Lederman, 2021), ya sea incluyendo aspectos epistémicos (Cofré, 2012) o no epistémicos de la Ciencia (García-Carmona et al., 2018). Aunque en el currículum nacional vigente de Chile ya no existe una incorporación explícita tan importante de la historia de la ciencia como sí la había en el ajuste curricular del 2009 (Cofré, 2012), si existe la incorporación de la naturaleza de la ciencia (NOS de aquí en adelante por su denominación en inglés, nature of science), como enfoque de la asignatura. Por lo tanto, manejar la historia de la ciencia como un contexto y estrategia para enseñar NOS puede ser de gran importancia para la formación inicial y continua de los profesores de ciencia (Acevedo-Díaz et al., 2017). En este trabajo se describen en detalle 4 propuestas de actividades para enseñar aspectos de

NOS incluyendo antecedentes históricos del desarrollo del conocimiento biológico que se revisa en el currículum nacional vigente. Todas las propuestas fueron desarrolladas en el contexto de un curso de Historia de la Biología en una universidad de la V región el año 2020 en contexto de pandemia.

Planificación de la enseñanza de NOS incluyendo Historia de la Biología

Objetivos y contexto Curricular

Tanto en las bases curriculares de séptimo básico a segundo medio (Mineduc 2015) como en las de tercero y cuarto medio (Mineduc 2019), la NOS se reconoce explícitamente como un elemento curricular que se debe enseñar a los estudiantes. Dentro de las Bases curriculares del 2015, se propone enseñar NOS: *“al trabajar los Objetivos de Aprendizaje de estas Bases, las y los estudiantes adquieran un conjunto de ideas sobre la naturaleza de las ciencias”* (p.131). Estas ideas sobre la naturaleza de la ciencia son que: a) el conocimiento científico esta basado en evidencia empírica; b) el conocimiento científico esta sujeto a permanente revisión de acuerdo a nueva evidencia disponible; c) que el conocimiento se construye mediante procedimientos replicables; d) que siempre hay una o más causas para cada efecto; e) que las teorías y modelos científicos son los que mejor explican la naturaleza en su momento; y f) que algunas tecnologías usan el conocimiento científico para crear productos útiles para la sociedad.

Según estas bases, de estas ideas se desprende que: *“la ciencia es una forma de conocimiento universal y transversal a culturas y personas, que asume múltiples interrelaciones entre fenómenos y que se amplía a través del tiempo y de la historia, evolucionando a partir de evidencia empírica, de modo que, lo que se sabe hoy es producto de una acumulación de saberes y, por lo tanto, podría modificarse en el futuro”* (p. 143).

En cuanto a la mención de NOS en las bases curriculares de tercero y cuarto (2019), esta se reconoce como un “enfoque de la asignatura”. Sin embargo, en este documento solo se describen explícitamente los aspectos d), e), f) de las bases anteriores y se suma el aspecto: *“Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas”* (p. 44).

En las actividades que se describen a continuación, el objetivo principal es que las y los estudiantes reflexionen sobre diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia que han sido ampliamente reconocidos en la literatura de didáctica de las ciencias, muchos de los cuales son omitidos en nuestras bases o incluso son contrarios a la definición de ciencia que se da en ellas (ver, por ejemplo, Cofré 2012, McComas 2020; Lederman, 2021). Se espera que estos aspectos se aprendan junto con ideas claves de contenido biológico que se incluyen en nuestro currículum actual.

Materiales

Para la implementación de cada actividad es necesario contar con la ficha de cada una (Anexo 1) y algunos materiales extra (Anexo 2 y 3). La ficha describe: los aspectos de NOS que se quieren trabajar, la bibliografía histórica que se debe consultar y las preguntas y estrategias propuestas para su implementación (e.g., relato emotivo, preguntas reflexivas, indagación, entre otros).

Implementación

Instrucciones

En términos generales, la implementación de las actividades debería seguir los lineamientos que se han descrito ampliamente a través de la literatura sobre enseñanza de NOS (e.g., Cofré et al., 2019, McComas, 2020; Lederman, 2021). A través de las diferentes actividades se espera propiciar en los estudiantes una reflexión explícita sobre cómo se construye el conocimiento científico. Es por ello por lo que se utilizan preguntas guía junto a la lectura o revisión de textos históricos sobre el descubrimiento de diferentes conceptos biológicos. A continuación, se describe la actividad del descubrimiento del VIH a modo de ejemplo.

En el contexto del curso de ciencias para la ciudadanía (Ver anexo 1.1), la clase puede comenzar con una breve historia sobre la importancia de las enfermedades infecciosas en los años 70'. Una vez instalada la importancia de la enfermedad (SIDA) se puede preguntar a los estudiantes qué es lo que conocen de ella, en cuanto a: formas de transmisión, prevalencia en la población, tratamientos, etc. Una vez que se establecen algunos datos actualizados para Chile sobre estas variables se pregunta: ¿Cómo creen que se descubrió esta enfermedad? o ¿Qué tipo de investigaciones se deben realizar para llegar a describir y comprender una enfermedad infecciosa? En este momento se pueden utilizar diferentes recursos para incorporar la historia de la biología y la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia. Se pueden analizar pasajes de la película: Y la banda siguió tocando "And the band played on" (<https://www.youtube.com/watch?v=D6wZrP0Sops>), se pueden utilizar extractos del libro: "Mas grandes que el amor" de Dominique Lapierre o se pueden usar los materiales de la ficha (Ver anexo 1.1). Con este material, se pueden trabajar 4 aspectos de NOS con énfasis en dos: diferencia entre inferencia y observación y la diversidad de métodos científicos. Si los estudiantes no tienen clara la diferencia entre observación e inferencia pueden creer que todas las afirmaciones que se presentan en la actividad 1 y 3 son observaciones. Esta contradicción actúa como conflicto y desafío para el estudiante. Por otra parte, la actividad 2, les presenta a los estudiantes una pregunta para la cual deben proponer un diseño de investigación. Con ella, nuevamente se quiere desafiar su visión de lo que es una investigación científica, ya que el diseño apropiado para la pregunta es realizar una encuesta. La mayoría de las veces los estudiantes piensan en generar algún tipo de experimento, toma de muestra o análisis de sangre.

Dependiendo del énfasis que se da a las distintas actividades incluidas en la clase se puede adoptar una clase de tipo indagatoria (centrada en los datos) o más de relato afectivo y uso de controversias (centrada en la historia). Esta clase ha sido implementada en enseñanza media por profesores de biología y también en el curso de historia de la biología para

profesores de biología en formación. De acuerdo con las opiniones de un grupo de estudiantes en la implementación 2021 de un curso universitario la actividad permite trabajar, no solo los aspectos planificados sino también: la tentatividad, pues se muestra como va cambiando el conocimiento sobre la enfermedad; lo empírico, pues las evidencias son datos, y la creatividad por cómo los investigadores fueron respondiendo sus preguntas. También les queda claro el trabajo con los otros aspectos de NOS. Por ejemplo: “*Se trabajaron principalmente, la distinción de observación e inferencia (vistas en las "observaciones" realizadas por Gottlieb), y la influencia social y cultural (tanto de los grupos afectados como las presiones del medio para apurar los avances científicos)*” (profesor en formación #11).

Resultados y Conclusiones

Habitualmente, los libros de texto de biología incluyen aspectos históricos de la generación del conocimiento asociado a la teoría de la evolución, la herencia Mendeliana, la teoría celular y otros pocos temas. Sin embargo, pocas veces se da más información sobre el contexto de como se creó el conocimiento en otros temas de biología. En estas cuatro actividades, se ha querido aportar, por una parte, algo más de contexto histórico de cómo se generó el conocimiento de diferentes temas importantes en biología. Por otra parte, se comparten preguntas que trabajan de forma explícita diferentes aspectos de la naturaleza de la ciencia, con el fin que las y los profesores de biología puedan tener varios ejemplos de como hacer la reflexión y discusión de aspectos de NOS de forma explícita tal cual lo sugiere la literatura (Cofré et al., 2019; McComas 2020) y nuestro currículum (Mineduc 2015, 2019).

Bibliografía

- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A., y M. Aragón (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química* 28, 3, 140–146.
- Collins, S. N. (2021) The importance of storytelling in chemical education. *Nature Chemistry* 13,1–2.
- Cofré, H. L. (2012). La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista Chilena de Educación Científica*. 11(1):12–21.
- Cofré, H. L., P., Núñez, D. Santibáñez, J.M., Pavez, M. Valencia & C. Vergara (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28, (3–5), 205–248.
- García-Carmona, A., Acevedo-Díaz, J. A., Aragón-Méndez, M. M. (2018) Comprensión de estudiantes de Secundaria sobre la dimensión sociológica de la naturaleza de la ciencia a partir de la historia de la ciencia. *Ápice. Revista de Educación Científica* 2(2), 43–54.
- Lederman, N.G. (2021). La biología y la naturaleza del conocimiento científico. En: Cofré, H.L., C. Vergara & Á. Spotorno (Editores). *Enseñar Evolución y Genética para la Alfabetización Científica*. Ediciones Universitarias de Valparaíso (PUCV).
- Mackenzie, D. (2020). Covid-19. La pandemia que no debería haber sucedido jamás, y como detener la siguiente. RBA Libros, Barcelona.
- McComas, W. F. (2020). *Nature of science instruction: Rationales and strategies*. Springer International Publishing. Molina & Alvarado 2018;
- Mineduc. (2015). Bases Curriculares 7° básico a 2° medio, Santiago, Chile.
- Mineduc. (2019). Bases Curriculares 3° y 4° medio. Santiago, Chile.
- Núñez, P., Pavez, J., Santibáñez, D., Becerra, B. y. Cofré, H. L. (2017). La Historia de la Ciencia como elemento catalizador de la enseñanza de la Biología y la Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias* 1 (1): 64-78.

ANEXO 1. FICHAS CON INFORMACIÓN PARA IMPLEMENTAR ACTIVIDADES**Anexo 1.1: Actividad El descubrimiento del VIH.**

Sección	Descripción
Nivel y objetivo de aprendizaje	Nivel escolar: 3º y 4º año de enseñanza media. Eje: Ciencias para la ciudadanía. Objetivo de aprendizaje: Analizar, a partir de evidencias, situaciones de transmisión de agentes infecciosos a nivel nacional y mundial (como virus de influenza, VIH-sida , hanta, hepatitis B, sarampión, entre otros).
Concepto	Virus del VIH y SIDA
Aspecto de NOS	Se trabajan 4 aspectos de NOS: el trabajo en comunidad y el factor socio-cultural en la generación del conocimiento científico, el uso de múltiples métodos para realizar investigación y la importancia de la observación e inferencia en la investigación científica.
Relevancia	Las infecciones de transmisión sexual (ITS) son abordadas desde distintos enfoques a lo largo de toda la enseñanza curricular chilena. Su relevancia está dada principalmente a que los estudiantes conozcan de estas y sus medidas de prevención, específicamente la infección causa por el virus de VIH, debido a que Chile lidera las tasas más altas por nuevos contagios en Latinoamérica según el reporte del Programa Conjunto de las Naciones Unidas sobre el VIH/Sida (ONUSIDA).
Propuesta de inclusión de la NOS a través de HOS	En esta actividad se discutirán algunos antecedentes sobre cómo se generó el conocimiento sobre el VIH y el SIDA. La clase puede comenzar con una breve historia sobre la importancia de las enfermedades infecciosas en los años 70'. En el contexto de pandemia que se ha vivido los años 2020 y 2021, es interesante reflexionar junto a los estudiantes que, la aparición del VIH hizo resurgir la preocupación por las enfermedades infecciosas, las que en los años 70' habían pasado a segundo plano en comparación con otras enfermedades como el cáncer, la diabetes o las cardiopatías (Mackenzie, 2020). Una vez instalada la importancia de la enfermedad (SIDA) se puede preguntar a los estudiantes qué es lo que conocen de ella, en cuanto a: formas de transmisión, prevalencia en la población, tratamientos, etc. Una vez que se establecen algunos datos actualizados para Chile sobre estas variables se pregunta: ¿Cómo creen que se descubrió esta enfermedad? o ¿Qué tipo de investigaciones se deben realizar para llegar a describir y comprender una enfermedad infecciosa? Es probable que los estudiantes relacionen lo que han vivido o vivieron con la Covid-19 y traten de hacer la analogía con la enfermedad provocada por el VIH. En este momento se pueden utilizar diferentes recursos para incorporar la historia de la biología y la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia. Se pueden analizar pasajes de la película: Y la banda siguió tocando "And the band played on" (https://www.youtube.com/watch?v=D6wZrP0Sops), se pueden utilizar extractos del libro: "Mas grandes que el amor" de Dominique Lapierre o se pueden usar los materiales del Anexo 2.1 la cual consta de 3 actividades. En la primera, los estudiantes leen una traducción de un pequeño artículo en el cual, su autor Michael Gottlieb reflexiona sobre la importancia del artículo que él y otros médicos publicaron describiendo los síntomas de esta nueva enfermedad (SIDA). La lectura de este extracto se puede acompañar con 2 preguntas sobre algunos aspectos de NOS, por ejemplo, la diferencia entre observación e inferencia y las diferentes formas de realizar una investigación. Si los estudiantes no tienen clara la diferencia entre observación e inferencia pueden creer que todas las afirmaciones son observaciones porque el mismo autor las reconoce como tales. Esta contradicción actúa como conflicto y desafío para el estudiante. Por otra parte, con la segunda pregunta se desafía la idea de que toda investigación científica debe ser explicativa y tener una hipótesis al comienzo, mientras que la mayoría de las veces, la descripción de nuevas investigaciones son estudios descriptivos que terminan con una hipótesis. La actividad 2, les presenta a los estudiantes una pregunta para la cual deben proponer un diseño de investigación. Con ella, nuevamente se quiere desafiar su visión de lo que es una investigación científica, ya que el diseño apropiado para la pregunta es realizar una encuesta. La mayoría de las veces los estudiantes piensan en generar algún tipo de experimento. Finalmente, la actividad presenta una lista de afirmaciones que nuevamente deben evaluarse para saber si son inferencias u observaciones. Nuevamente, la mayoría de los estudiantes las reconoce como observaciones o evidencias directas de que el VIH es el causante del SIDA. Sin embargo, solo la última es una evidencia directa de dicha relación. Para incorporar además el trabajo de aspectos sociales de la ciencia y la subjetividad de la empresa científica se pueden tomar extractos de la película o el libro señalado donde se relate, por ejemplo: como la enfermedad fue ignorada mientras afectó a una minoría de la sociedad, pero se activaron fondos cuando se determinó que una población mucho más grande se podría ver afectada al adquirir la enfermedad por transfusiones de sangre. También se puede presentar la disputa entre el laboratorio del Dr. Robert Gallo (USA) y el de Francisca Barre y Luc Montagnier (Francia) por quedarse con el crédito por la descripción del virus.
Fuentes	Lapierre D. (1990). Más grandes que el amor. Editorial Booket. Chile lidera como el país con mayor tasa de nuevos contagiados por VIH en Latinoamérica. https://www.emol.com/noticias/Nacional/2019/07/16/954814/Informe-de-ONUSIDA2019-EI-87-de-las-personas-que-viven-con-VIH-enChile-han-sido- diagnosticadas.html

Anexo 1.2. Actividad La Historia de la Mitocondria

Sección	Texto
Nivel y objetivo de aprendizaje	Nivel: 8° Básico. Eje temático: Biología. Objetivo de aprendizaje: Desarrollar modelos que expliquen la relación entre la función de una célula y sus partes, considerando: Sus estructuras (núcleo, citoplasma, membrana celular, pared celular, vacuolas, mitocondrias, cloroplastos, entre otros). Células eucariontes (animal y vegetal) y procariontes. Tipos celulares (como intestinal, muscular, nervios, pancreático).
Concepto	Mitocondria.
Aspecto de NOS	El principal aspecto de NOS que se puede enseñar es que el conocimiento científico se construye con aportes de las diversas comunidades científicas, ya sea con mayor o menor grado de colaboración. Además, se puede trabajar que el conocimiento está sometido a constante revisión y cambios (tentativo), junto con la reflexión sobre la influencia del contexto sociocultural en el desarrollo del conocimiento.
Relevancia	La relevancia radica en que el concepto de mitocondria permite comprender diversos procesos de biología molecular y celular, específicamente en el proceso biológico de obtención de energía. Además, comprender las características de la mitocondria permite proyectar ese contenido a otros igualmente importantes como la teoría endosimbiótica, la evolución molecular o la diferenciación celular.
Propuesta de inclusión de la NOS a través de HOS	Para integrar la historia de la biología junto a los aspectos de NOS, se propone realizar una actividad en base a la teoría endosimbiótica, para así comprender cómo surgió la célula eucarionte. En primera instancia se muestra a los estudiantes los aportes de diferentes investigadores relacionados con la mitocondria. Estos hechos se muestran por medio de una presentación de forma cronológicamente desordenada, es decir, no presentan fechas y solo se ven los hechos (ver anexo 2.2). Luego se pide a los estudiantes que ordenen temporalmente estos hechos de la forma que ellos creen que sucedieron. No se puede utilizar celular ni algún aparato tecnológico para realizar esta parte de la actividad. Luego de lo anterior, se les solicita a los estudiantes responder preguntas reflexivas (Ver anexo 2.3). A través del uso de estas preguntas de forma guiada se busca que los estudiantes comiencen a reflexionar sobre los aspectos de NOS. Con la actividad se espera propiciar la discusión de que el conocimiento científico se construye de forma paulatina y con distinto grado de colaboración y que el conocimiento está sometido a constante revisión e influenciado por el contexto y época en que se desarrolla. Finalmente, se les presenta a los estudiantes la línea cronológica correcta, permitiendo introducir algunos aspectos históricos de la construcción del conocimiento de la mitocondria, haciendo énfasis al relato afectivo en base al conflicto de intereses entre Bate y Altamann, discutiendo el carácter subjetivo de la ciencia y su influencia sociocultural.
Fuentes	Allen, A. (2007). "Who Discovered Mitochondria". Who Discovered It. Recuperado de http://www.whodiscoveredit.com Bechtel, W. (2006). <i>Discovering Cell Mechanisms: The Creation of Modern Cell Biology</i> . California, Estados Unidos: Cambridge University Press. Ernster, L., & Schatz, G. (1981). Mitochondria: a historical review. <i>J Cell Biol</i> , 91:227s-255s. Mineduc (2020). <i>Guía Didáctica del Docente, Ciencias Naturales 8° Básico</i> . Ministerio de educación. Taylor, K. (2012). <i>Mighty Mitochondria and neurodegenerative diseases</i> . Harvard University. Recuperado de http://sitn.hms.harvard.edu

Anexo 1.3. Actividad el surgimiento de la pastilla anticonceptiva oral combinada

Sección	Texto
Nivel y objetivo de aprendizaje	Nivel: 2° año de enseñanza media, Eje temático: Biología. Objetivo de aprendizaje: Explicar y evaluar los métodos de regulación de la fertilidad e identificar los elementos de una paternidad y una maternidad responsables.
Concepto	Métodos anticonceptivos
Aspecto de NOS	A través de la historia del descubrimiento de la pastilla anticonceptiva Enovid, se quiere dar a conocer que la ciencia es tentativa, pero perdurable y que es el resultado del trabajo de la comunidad científica.
Relevancia	El presente tema es de importancia en el marco curricular escolar, debido a que busca la enseñanza de una sexualidad responsable, especialmente ligado a la maternidad y paternidad, tomando en cuenta sus diferentes dimensiones, tanto afectivas como sociales y biológicas. Además, se busca que la enseñanza de este contenido permita que los jóvenes tomen acciones concretas en su vida diaria frente al control de la natalidad y las ITS.
Propuesta de inclusión de la NOS a través de HOS	Se inicia la clase con una contextualización del concepto a abordar. Se les comenta a los estudiantes que mucho antes de que existiera una pastilla anticonceptiva como la conocemos hoy, se utilizaban hierbas medicinales para evitar el embarazo y que incluso en la actualidad se siguen utilizando, como la raíz del barbasco, también denominada cabeza de negro, usada por varias generaciones de mujeres mexicanas. Se incluye el uso de preguntas de manera guiada para conocer las ideas previas de los estudiantes respecto a cómo surge el conocimiento científico. Algunas de estas preguntas son: <i>¿Cómo crees que se obtuvo la primera pastilla anticonceptiva? ¿Por qué crees que los métodos anticonceptivos utilizados por las mujeres han ido cambiando con el tiempo?</i> Para que los estudiantes puedan dar respuesta a las preguntas iniciales, se incorpora posteriormente a esta actividad la historia de la pastilla anticonceptiva Enovid, utilizando las investigaciones originales que describen la primera pastilla anticonceptiva oral combinada. Para trabajar esta actividad, se muestran los resultados de investigaciones realizadas en torno a los aspectos históricos del Enovid. 1. Inicio de las investigaciones de Gregory Pincus para continuar con los estudios de la progesterona como inhibidora de la ovulación, financiado y motivado por Margaret Sanger (Ver Anexo 2.3). 2. Luego se explica que G. Pincus y J. Rock mostraron los resultados obtenidos de sus investigaciones en base a la progesterona. Junto a esto, se les pregunta a los estudiantes: <i>¿Qué pregunta de investigación trataron de resolver Pincus y Rock al realizar estas pruebas?</i> (Ver Anexo 2.4). 3. Debido a que se deberían utilizar mayores cantidades de progesterona para mejores efectos, Pincus solicitó a las farmacéuticas, el uso de compuestos químicos con actividad progestagénica. Esto fue evaluado junto con Min Chueh Chang. El resultado de esta evaluación, fueron tres compuestos químicos prometedores. Ante esto, se plantea la siguiente pregunta a los estudiantes: <i>¿Cuál era el objetivo de Pincus al solicitar varios compuestos químicos y no uno en específico?</i> Para que así, los estudiantes logren identificar que se requirieron de estudios específicos para determinar la efectividad de cada compuesto químico. 4. En 1954, se marca el inicio de los estudios del potencial de las progestinas como anovulatorias. Aquí se preguntaría a los estudiantes <i>¿Qué ideas pueden inferir al interpretar los resultados obtenidos y que les pudo ayudar a guiar su futura investigación?</i> 5. La purificación del noretinodrel provocó que por la ausencia de mestranol las mujeres sufrieran sangrado intermenstrual. Por tanto, se pregunta a los estudiantes <i>“Si se buscaba generar una pastilla efectiva y con la menor cantidad de contraindicaciones. ¿Qué crees que hicieron los investigadores al analizar los resultados para continuar la investigación?”</i> 6. La combinación descrita anteriormente (progesterona junto con mestranol), se llamó ENOVID y fue estudiada en Puerto Rico por la doctora Rice-Wray, siendo finalmente en 1960 aprobada para su uso, por lo que este compuesto fue establecido definitivamente como anticonceptivo. Como forma de integrar lo visto se pregunta <i>¿En qué partes de esta historia puedes identificar descubrimientos científicos que aportaron a la creación del Enovid? ¿Por qué crees que el estudio se realizó en Puerto Rico y no en un estado de USA?</i> Luego de lo visto (se puede apoyar el relato con los antecedentes presentes en el libro de texto de 2° medio), se pregunta: <i>¿Qué podrías concluir respecto a la construcción del conocimiento científico a lo largo del tiempo?; Si bien los métodos anticonceptivos han cambiado ¿Podrías identificar algún conocimiento que aún perdura respecto a este tema?</i>
Fuentes	Blakemore, E. (11 de marzo de 2019). <i>The First Birth Control Pill Used Puerto Rican Women as Guinea Pigs. History.</i> https://www.history.com/news/birth-control-pill-history-puerto-rico-enovid Biblioteca Katharine Dexter McCormick. (2012). <i>Historia de los métodos anticonceptivos.</i> https://www.plannedparenthood.org/files/9913/9978/2156/bchistory_Spanish_2012.pdf Campbell, E. (Ed). (2018). Unidad 2: Sexualidad y Reproducción, <i>Texto del estudiante, Biología 2° medio.</i> (pp. 116-119). Ediciones SM Chile S.A.

Anexo 1.4: Actividad Diabetes Miellitus o ¿Quién merece el Nobel?

Sección	Texto
Nivel y objetivo de aprendizaje	Nivele: 2º año de enseñanza media. Eje temático: Biología. Objetivos de aprendizajes: Explican, mediante el uso de modelos, el proceso de regulación de la glicemia considerando el rol de la insulina, el glucagón y la comunicación hormonal entre órganos.
Concepto	Diabetes Miellitus
Aspecto de NOS	Por medio de la actividad propuesta se quiere incorporar diferentes aspectos de las NOS: el conocimiento científico incluye la experiencia empírica y es tentativo, pues puede cambiar al presentarse nueva evidencia. Además, se quiere mostrar el componente subjetivo que presenta la ciencia y que esta se ve influenciada por el contexto sociocultural en que se desarrolla.
Relevancia	Este concepto se enseña en 2º año de enseñanza media, en el tópico de regulación de la glicemia considerando las características de las principales glándulas endocrinas y la función biológica de la insulina y el glucagón en conjunto con la importancia de la comunicación hormonal entre órganos.
Propuesta de inclusión de la NOS a través de HOS	A los estudiantes se les entrega fragmentos traducidos del artículo: Insuline: Discovery and Controversy (Rosenfeld, 2002). Se les pide que en grupos de 4 personas lean el extracto, lo analicen y consulten dudas. Luego, a cada grupo se les asigna un autor relacionado con el descubrimiento de la insulina, por lo que cada grupo tendrá un extracto del artículo enfocado en el personaje asignado (Anexo 2.5). Posteriormente, los estudiantes deben realizar un debate argumentando por qué el personaje que se les asignó debió ganar el premio Nobel en base a las evidencias según el artículo y/o información recolectada. Para ello se les otorga una lista de especificaciones que pueden guiar la construcción de sus argumentos, tales como: Los aportes que realizó el personaje asignado, que metodología utilizó, Características de la personalidad, estudios que poseía, entre otros. Luego del debate, se hará una síntesis a nivel de curso guiada por el docente a través de las siguientes preguntas: <i>¿Qué sucedería si uno de estos autores no hubiera estado presente/participado en el proceso de búsqueda de la insulina?</i> <i>¿Que hubiera pasado en la historia de la insulina si James Collip no hubiera perfeccionado el extracto pancreático?</i> <i>Si todos contribuyeron a búsqueda de insulina ¿Por qué solo dos científicos se llevaron el Nobel?</i> <i>¿Como influye las características propias de cada científico (personalidad, estudios anteriores, conocimientos, capacidad de reflexión o tolerancia a la frustración) en la interpretación de sus resultados?</i> Finalmente, lo que se pretende con esta síntesis es que los estudiantes puedan darse cuenta de los aspectos de NOS a través de la dimensión histórica del concepto abordado.
Fuentes	Rosenfeld, L. (2002). Insulin: discovery and controversy. <i>Clinical Chemistry</i> 48 (12), 2270-2288. Recuperado de: https://www.semanticscholar.org/paper/Insulin%3A-discovery-and-controversy.-Rosenfeld/beff610004e132fba8c7ef7e317732661f20a98f Campbell, E. (2019). Texto escolar del estudiante Biología Segundo Medio. Ministerio de Educación de Chile.

ANEXO 2. MATERIALES PARA IMPLEMENTAR ACTIVIDADES

Anexo 2.1. Guía del estudiante. Lea el siguiente extracto y conteste las preguntas:

This Week's Citation Classic CC/NUMBER 30 JULY 26, 1993. *Gottlieb M S, Schroff R, Schanker H M, Weisman J D, Fan P T, Wolf R A & Saxon A. Pneumocystis carinii pneumonia and mucosal candidiasis in previously healthy homosexual men: evidence of a new acquired cellular immunodeficiency. New Engl. J. Med. 305:1425-31, 1981.*

En el otoño de 1980, cuatro hombres homosexuales previamente sanos contrajeron neumonía por *Pneumocystis carinii*, extensa candidiasis de las mucosas y múltiples infecciones virales. En los cuatro, el citomegalovirus se recuperó de las secreciones. El análisis de anticuerpos monoclonales de subpoblaciones de células T de sangre periférica reveló la virtual eliminación del subconjunto de Leu-3 ayudantes-inductor y el aumento del porcentaje del subconjunto supresor de Leu-2+. [El SCI indica que este documento ha sido citado en más de **1.420 publicaciones**.] En el otoño de 1980, recogí varios casos de lo que pensé que era un nuevo síndrome. Pensando en la publicación, a principios de 1981, llamé a Arnold Relman, editor del *New England Journal of Medicine* (NEJM). Rápidamente lo pusieron al teléfono. Les dije que tenía una historia que sería tan importante y significativa como la enfermedad del Legionario. El escuchó mi descripción de los pacientes y la deficiencia de células T ayudantes que habíamos observado. Él me dijo que, dado que tomaría un mínimo de tres meses desde que presentara el artículo hasta que fuera publicado, Relman me sugirió que publicara un breve artículo en el Informe Semanal de Morbilidad y Mortalidad del Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Morbidity and Mortality Weekly Report*, MMWR). Mi informe del 5 de junio de 1981 en el MMWR me permitió alertar a los funcionarios de salud pública y a los médicos practicantes de la nueva enfermedad y poner una reclamación como el "descubridor" del SIDA. En el documento de NEJM, enumeré como coautores personas que habían contribuido intelectualmente o al remitir pacientes. Además de describir el SIDA como una nueva enfermedad, hice **tres observaciones importantes**:

- (1) Algunos pacientes tenían una deficiencia profunda de células auxiliares CD4.
- (2) Sugerí que la inmunodeficiencia era potencialmente transmisible.
- (3) Por último, me centré en una posible etiología viral. Como un estudioso de mucho tiempo de los trastornos inmunológicos humanos, sabía que sólo un virus podría causar este tipo de daño en un sistema inmunológico adulto. Debido a que el citomegalovirus (CMV) se cultivó en múltiples sitios, propuse que él pudiese ser la causa. Finalmente, esto resultó ser un error.

Actividad 1. Responde las siguientes preguntas:

- ¿Son realmente observaciones las que hace el Dr. Gottlieb? Fundamente su respuesta.
- ¿Cuál es el conocimiento científico sobre la enfermedad que generó la investigación del Dr. Gottlieb?

Actividad 2. Una vez que fue alertado el Centro de Enfermedades contagiosas (MMWR), El jefe de enfermedades venéreas del CDC, Jim Curran se hizo la siguiente pregunta: **¿Existe alguna característica de los pacientes que se relacione con un estado de inmuno-depresión tan bajo?** Haga una propuesta (Diseño) de investigación para responder la pregunta.

Actividad 3. Durante la investigación se realizaron muchas inferencias y observaciones sobre la enfermedad y sobre el agente que la producía. De acuerdo con esto, **argumente** si las siguientes afirmaciones son observaciones (O) o inferencias (I):

- El Dr. Gottlieb propone que la enfermedad es producida por un virus en base a los síntomas de la enfermedad ____
- El Dr. Jim Curran propone que el SIDA es producto de un virus por su presencia en bancos de sangre ____
- Luc Montagnier propone que la causa del SIDA es un retrovirus por la detección de transcriptasa reversa en tejido de infectado ____
- Luc Montagnier propone que la causa del SIDA es el virus fotografiado con microscopio electrónico en tejido de infectado ____
- Robert Gallo propone que el VIH produce el SIDA al provocar la muerte celular en cultivos luego de inocular el virus ____

Anexo 2.2.

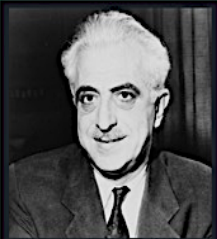


Anexo 2.3

Ayúdanos!

- Como viste tuvimos un pequeño accidente cronológico, hemos perdido el orden en el que se realizaron los descubrimientos que acabas de ver. A partir de su lectura y posterior análisis, crea una línea de tiempo, sobre cómo crees que se construyó el conocimiento de la mitocondria.
- ¿Qué característica en común tienen los descubrimientos de Benjamin F. Kingsbury y Otto Heinrich Warburg?, ¿Era posible alcanzar ese conocimiento, sin los descubrimientos anteriores de la mitocondria? A partir de lo anterior ¿Es la ciencia un proceso constructivo y cooperativo o es aislado e individual? ¿Por qué?
- A continuación, investiga la biografía de William Bate Hardy y su relación con Richard Altmann ¿Qué incidencia tiene este personaje en los postulados de Altmann? ¿Por qué sucedió esto? ¿Crees que esta problemática retrasó el desarrollo del conocimiento de la mitocondria?

Anexo 2.4



GREGORY PINCUS

Líder en la investigación de hormonas y cofundador de la Fundación Worcester para la Investigación Biomédica (FWIB)



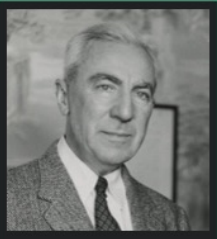
MARGARET SANGER

Fundadora estadounidense del movimiento anticonceptivo. Fundadora de la actual PPFA.

Pincus obtiene una donación de PPFA para iniciar la investigación de anticonceptivos hormonales, junto al fisiólogo reproductivo Min Chueh Chang.

Ambos confirman que la progesterona podría actuar como inhibidora de la ovulación.

CLAVES EN LA HISTORIA



JOHN ROCK

Profesor clínico de ginecología de Harvard. Experto en el tratamiento de la infertilidad.

En 1953, por sugerencia de Pincus, Rock indujo un estado de "pseudoembarazo" anovulatorio de tres meses en veintisiete de sus pacientes con infertilidad con un régimen oral de progesterona sola a 300 mg/día.

RESULTADOS:

- Tasa de embarazo de 15% (cifra alentadora).
- Sangrado intermenstrual en el 20% de mujeres.
- Primera ovulación suprimida en el 85% de las mujeres (lo cual indica que se requeriría de más dosis, lo que sería más costoso).

CLAVES EN LA HISTORIA

Anexo 2.5

Ejemplo de texto entregado a los estudiantes a partir del artículo:

Charles Herbert Best (1899–1978), era estudiante de último año en el programa de honores de fisiología y bioquímica y planeaba obtener una maestría en artes. También habían estado trabajando como asistentes de investigación en la producción de diabetes experimental y había adquirido experiencia en el análisis de azúcar en la sangre. Fue asignado como ayudante en el laboratorio, para colaborar con Banting para aprobar su hipótesis. Banting y Best se habían vuelto competentes con las técnicas del otro y funcionaban bien juntos. Best realizó todas las pruebas químicas, midió el azúcar en la sangre y la orina. Ayudó de otras maneras en los experimentos con perros despancreatizados y normales y en la preparación de extractos activos.

