



## Unidad didáctica para la enseñanza explícita de un aspecto de la naturaleza de la ciencia

Luis-Alfonso Ayala-Villamil

Doctorado Interinstitucional en Educación - Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá-Colombia

### ARTICLE INFO

**Received:** 24 October 2018  
**Accepted:** 4 April 2019  
**Available on-line:** 1 May 2019

**Keywords:** Nature of science, antisepsis, didactic unit.

**E-mail:**  
laayalav@correo.udistrital.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

The present article approaches the theoretical foundation of a didactic unit proposal to 1) understand the effect of microorganisms in the development of infections set in the history of science and specifically, of antisepsis. It is framed from Gagliardi (1986) in the structuring concept of the importance of the microscopic level and according to Castro and Valbuena (2007) in the structuring concept of transformation, which involves the process and interaction, 2) explicitly develops the category of Nature of Science (NdC) called provisional, which conceives the changing nature of scientific knowledge (Cotham and Smith 1981, Lederman and O'Malley, 1990, Abd-El-Khalick, Bell and Lederman, 1998, Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Tsai and Yao, 2005) and 3) promote the development of cognitive linguistic ability to explain and associate microorganisms in the development of some infections. Thus, this document develops four aspects: 1) the structuring concept in biology 2) the history of science (HC) on the development of the antisepsis concept and its relationship with microorganisms, 3) the nature of science (NdC) as field of research of the philosophy of science (FC) and 4) a didactic sequence proposal that implements aspects of HC and NdC in the development of the concept of antisepsis.

El presente artículo aborda la fundamentación teórica de una propuesta de unidad didáctica para 1) comprender el efecto de los microorganismos en el desarrollo de las infecciones ambientada desde la historia de la ciencia y específicamente, de la antisepsia. Se enmarca desde Gagliardi (1986) en el concepto estructurante de la importancia del nivel microscópico y según Castro y Valbuena (2007) en el concepto estructurante de transformación, el cual implica proceso e interacción, 2) desarrollar de forma explícita la categoría de Naturaleza de la Ciencia (NdC) denominada provisional, que concibe la naturaleza cambiante del conocimiento científico (Cotham y Smith 1981; Lederman y O'Malley, 1990; Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Tsai y Yao, 2005) y 3) promover el desarrollo de la habilidad cognitivo lingüística de explicar y asociar a los microorganismos en el desarrollo de algunas infecciones. Así, el presente documento desarrolla cuatro aspectos: 1) el concepto estructurante en biología 2) la historia de la ciencia (HC) sobre el desarrollo del concepto antisepsia y su relación con los microorganismos, 3) la naturaleza de la ciencia (NdC) como campo de investigación de la filosofía de la ciencia (FC) y 4) una propuesta de secuencia didáctica que implementa aspectos de HC y NdC en el desarrollo del concepto de antisepsia.

### I. INTRODUCCIÓN

Promover en el estudiantado una concepción de naturaleza de la ciencia (NdC) más contemporánea se considera un objetivo tradicional y vigente en la educación científica en todos los niveles de formación (Abd-El-khalick & Lederman, 2000; Kimball, 1968). Este objetivo se evidencia en los diferentes documentos que plantean o analizan el currículo en

diferentes partes del mundo (como el caso de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia 1990, 1993; Consejo de Ministros de Educación de Canadá, 1997; Millar & Osborne, 1998; Consejo Nacional de Investigación [NRC], 1996; Ministerio de educación y alta educación- Palestina, 1998; el currículo de Inglaterra y Gales en Matthews, 1994; orientaciones curriculares en Colombia en Grupo de Investigación en educación en Ciencias Experimentales [GREECE] García-Martínez y Pinilla, 2007; entre otros). A pesar de ello, diversas investigaciones reportan concepciones tradicionales, empíricas o las llamadas ingenuas en diferentes grupos poblacionales y en diferentes aspectos de NdC (Abd-El-Khalick, 2013; Aikenhead, 1973; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Liu & Lederman, 2007; Rubba & Andersen, 1978; Ryan & Aikenhead, 1992; Ryder Leach, J., Driver, R., 1997) entre otros.

Para este objetivo, la didáctica de la ciencia se interesa en las metaciencias, pues entre otros, provee potenciales ideas, recursos, materiales y textos para la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2005). Así, diversas investigaciones han planteado la necesidad de diseñar material para la instrucción de estudiantes en aspectos de NdC (Lederman, 1992; Abd-El-khalick & Lederman, 2000; Bartholomew, Osborne, & Ratcliffe, 2004; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Lederman *et al.*, 2014; Liang *et al.*, 2008). En este sentido, es deseable el desarrollo de material didáctico que promueva la enseñanza explícita de aspectos NdC (Abd-El-Khalick, 2005; Abd-El-khalick & Lederman, 2000; Adúriz-Bravo & Ariza, 2013; Allchin, 2012, 2014; Duschl & Grandy, 2013; Peters, 2012).

## II. LOS CONCEPTOS ESTRUCTURANTES EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

Según Gagliardi (1986), el concepto estructurante es aquel cuya construcción modifica el sistema cognitivo del estudiante, facilitando la adquisición de nuevos conocimientos, la reordenación de la información y modificar los conocimientos previos. Gagliardi plantea tres conceptos estructurantes para el aprendizaje de la biología:

- a) El concepto de la dominación del nivel macroscópico por el microscópico, que devela su importancia en la determinación de las características macroscópicas y a su vez, exige una mirada diferente de los fenómenos biológicos y genera la necesidad de explicarlos desde esta perspectiva, donde la historia de la biología permite evidenciar como se han desarrollado los conceptos a través del tiempo.
- b) El concepto de sistema jerárquico de restricciones múltiples es un concepto que facilita la comprensión de fenómenos complejos como los seres vivos, por lo anterior permite explicar nuevas propiedades resultantes de la interacción de las estructuras y niveles internos de organización de los organismos.
- c) El concepto de autopoiesis que concibe a un ser vivo como un sistema circular, donde el organismo se construye y reconstruye a sí mismo a través de condiciones, que cuando faltan, el organismo muere.

Por otro lado y desde la misma línea epistemológica, Castro y Valbuena (2007) retoman a Gagliardi (1986), y amplían los conceptos estructurantes en biología, ya que Gagliardi (1986, como citó Castro y Valbuena 2007) y se esbozan nuevos conceptos estructurantes para el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la biología.

De lo anterior, la comprensión de los microorganismos y su relación con las infecciones aporta al desarrollo del concepto estructurante de la dominación del nivel macroscópico por el microscópico planteado por (Gagliardi, 1986) y desde la perspectiva de Castro y Valbuena (2007) al concepto estructurante de transformación, al exigir en ambos casos la presencia de los microorganismos en la explicación del desarrollo de la fiebre puerperal, que es una infección.

Por último, la anterior revisión de los conceptos estructurantes en biología no pretende ser definitiva y por el contrario, como Gagliardi (1986) y Castro y Valbuena (2007) manifiestan, los conceptos estructurantes esbozados reflejan la singularidad de la biología que permiten dilucidar algunas características de la disciplina que podrían orientar su enseñanza.

## III. HISTORIA DE LA CIENCIA (HC) SOBRE EL DESARROLLO DEL CONCEPTO ANTISEPSIA Y LOS MICROORGANISMOS

El desarrollo del concepto de antisepsia que se describe a continuación, se realiza desde la línea de la historia de la ciencia llamada práctica experimental (García, 2014); específicamente la práctica médica en el desarrollo del conocimiento científico. Además se ilustra con hechos históricos el desarrollo no lineal ni acumulativo del origen de la fiebre puerperal, pero estos hechos deben corresponder a “buenas historias”, que dejen entrever la necesidad de una HC que sirva como estrategia e instrumento en la intencionalidad didáctica desarrollada por el docente, así esta HC debe generar contextos para la enseñanza de la ciencia, permitir la interpretación de las ideas del estudiantado, cambiar concepciones tradicionalistas de la NdC, inspirar nuevas formas de presentar los contenidos e incluso permitir la introducción de contenidos más complejos sin caer en el anacronismo al juzgar a través del conocimiento actual las conclusiones de los científicos del pasado, e igualmente importante, evitar la hagiografía al presentar a un único científico como el responsable de los avances teóricos de una época, desconociendo a la comunidad científica del momento (Izquierdo, García, Quintanilla y Adúriz-Bravo, 2016).

Así, en la antigüedad las creencias sobre el contagio de las fiebres se atribuían al contacto con enfermos o sus objetos y su origen se consideraba sobrenatural. En la Grecia clásica el origen sobrenatural se transformó por el de causas naturales, provenientes del medio como las propiedades del agua, orientaciones de las ciudades respecto al sol o los vientos y los cambios meteorológicos. En esta época, Hipócrates sugería usar el vino y el agua hervida en el lavado de las heridas, presagiando la asepsia (Lerma, 1999). Específicamente atribuían la fiebre puerperal a la inhibición de la natural expulsión de líquidos por el canal uterino (Villanueva-Egan, 2012).

En la edad media se atribuían las enfermedades como un castigo divino y la sanación era el respetivo perdón. En el renacimiento se postuló la teoría del contagio donde se concibe que una infección se trasmite de un individuo a otro.

En los siglos XVII y XVIII las enfermedades se concebían bajo un origen endógeno no contagioso o exógeno contagioso, estas últimas asociadas a descomposición de fluidos corporales, disposición fisiológica e incluso afecciones morales. El médico italiano Hieronymus Mercurialis postulaba la descomposición de la leche materna que no se eyectaba como la causante de la fiebre puerperal, ya que se desviaba y salía como fluido amarillento por la vagina. Otras posturas consideraban que la presión del útero ensanchado sobre el intestino generaba absorción de la materia fecal por las venas, o también la mala circulación sanguínea en el útero producto de miedos, aire frío, caminar descalzo o sentir tristeza (Villanueva-Egan, 2012).

A comienzos del siglo XIX, el médico escocés Alexander Gordon convencido que la fiebre puerperal era de naturaleza contagiosa y se transmitía por personal médico expuesto a mujeres enfermas, lo cual se consideró una acusación grave contra el personal médico y la ira de las comadronas y colegas. Por lo anterior Gordon abandona su carrera y sus observaciones que publicó en 1795 (Villanueva-Egan, 2012).

Las bases del concepto de antisepsia se relacionan con el desarrollo de microorganismos y los primeros registros aparecen con la historia de infecciones nosocomiales, las cuales son producidas por microorganismos presentes en el propio paciente durante la intervención médica o adquiridos por contacto con elementos propios de los hospitales. Así, las primeras infecciones nosocomiales aparecen en el siglo XVIII, cuando los hospitales adquieren el estatus de institución (Arreguín & Macías, 2012). La primera referencia de estas infecciones es realizada por el médico austriaco Ignacio Felipe Semmelweis, graduado como médico obstetra en 1844 y en la ciudad de Viena se hizo amigo de médicos que realizaban en la época importantes avances, entre ellos Karl von Rokitansky, uno de los fundadores de la anatomía patológica y Josef Skoda que mejoraba los métodos de auscultación.

Semmelweis trabajó en el hospital Allgemeines Krankenhaus de Viena (Miranda & Navarrete, 2008), el gran hospital estaba dividido en dos clínicas; una conocida como “la primera”, y la otra, como “la segunda”. Desde 1840 y por decreto imperial, los estudiantes varones de medicina hacían prácticas en la primera clínica y las mujeres parteras a la segunda.

Desde ese momento y hasta 1847, la tasa de mortalidad fue más alta en la primera clínica comparada con la segunda (Cwikel, 2008; Semmelweis, 1983; Villanueva-Egan, 2012). Después de múltiples observaciones y comparaciones concluye que existía una “materia cadavérica” transportada bajo las uñas de los médicos y estudiantes de medicina que ocasionaba la fiebre puerperal, un tipo de infección nosocomial y considerada una enfermedad mortal (Miranda & Navarrete, 2008; Villanueva-Egan, 2012; Arreguín & Macías, 2012; Semmelweis, 1983).

Por lo anterior, Semmelweis propone el uso de soluciones con cloro como protocolo en el lavado de manos antes y después de atender a las pacientes. Los resultados fueron significativos al aplicar el protocolo ya que la tasa de mortalidad disminuyó del 12,11% en 1842 a 1,28% en 1848. Las múltiples comparaciones de datos que realizaba Semmelweis, le permitieron concluir el fatal efecto de la atención realizada por los estudiantes de medicina, los cuales realizaban estudios de anatomía a diferencia de las tasas de mortalidad registradas para las mujeres atendidas por matronas, que no realizaban estos estudios (Arreguín & Macías, 2012; Cwikel, 2008; Oliveros *et al.*, 2012; Rodríguez, Barrios, O'Reilly, Torres, & Martínez, 2011; Semmelweis, 1983; Villanueva-Meyer, 2012).

Sin embargo en la época existían otras explicaciones para la diferencia en la tasa de mortalidad, entre estas el estrés causado por la frecuentes muertes de mujeres en la primera clínica y detonado por el sonido de la campana del acólito que en el ritual católico precedía al ingreso del sacerdote dispuesto a administrar los sacramentos a las moribundas, la vergüenza de las pacientes que eran atendidos por los hombres estudiantes de medicina, y la postulada por el doctor Braun, quien argumentaba la mortalidad a causa de la mala ventilación del lugar (Hempel, 1987; Miranda & Navarrete, 2008).

Para Semmelweis, la prueba de su hipótesis llegó cuando su amigo y profesor de medicina legal, el doctor Kolletschka fallece a causa de una punción en un dedo infringida accidentalmente por un estudiante durante una autopsia, la cual le ocasionó una muerte con idénticos síntomas a los asociados a la fiebre puerperal (Hempel, 1987; Semmelweis, 1983).

En la época de Semmelweis ya existían antecedentes de cómo reducir la mortandad por fiebre puerperal, entre estas las medidas preventivas asociadas al lavado riguroso del personal médico propuestas por el obstetra Alexander Gordon en Escocia, la limpieza de los quirófanos con solución de cloro en Irlanda propuesta por el doctor Robert Collins, el lavado en seco a altas temperaturas propuesto en Estados Unidos por el médico Oliver Wendell Holmes, quien manifestó el riesgo de la transmisión de la enfermedad por los médicos que realizaban disecciones y luego atendían a las pacientes en trabajo de parto, por lo cual implemento las sugerencias del doctor Robert Collins, sin embargo y al igual que Semmelweis, también fue rechazado por sus propios colegas conciudadanos (Miranda & Navarrete, 2008).

Joseph Lister, cirujano británico introduce el concepto de antisepsia en 1867 y es considerado el padre de la antisepsia debido a su publicación comenta que microorganismos presentes en el aire llegan a las heridas y sugiere operar en una atmósfera con vapor de fenol, que actúa como desinfectante (Arreguín & Macías, 2012; Lerma, 1999; Oliveros *et al.*, 2012; Rodríguez *et al.*, 2011).

Desde 1880 los bacteriólogos demuestran que los microorganismos son transportados en los instrumentos quirúrgicos, las manos y las gasas contaminadas, aspecto fundamental que da el inicio de la antisepsia y los procedimientos de la cirugía moderna. Ernst von Bergmann instauro la esterilización de las gasas y material quirúrgico mediante agua hirviendo y William S. Halsted en 1894 impone protocolo que contempla el uso de bata blanca, cubrimiento del cabello y uso de guantes esterilizados (Arreguín & Macías, 2012).

#### **IV. EL DESARROLLO DEL CONCEPTO ANTISEPSIA**

En el desarrollo del concepto de antisepsia que se describe a continuación, es posible identificar al médico Semmelweis como un ser social, las dudas de publicar los resultados ante las implicaciones de sus descubrimientos, el apoyo de algunos amigos médicos, la valentía y tenacidad en la defensa de su hipótesis, su desesperanza y dificultades para convencer a la comunidad médica sobre la importancia de sus resultados, a una comunidad científica que aborda el origen de la fiebre puerperal y sus tensiones.

Así, el 11 de Julio de 1818 en Buda, (parte de Budapest ubicada al occidente del río Danubio y Pest es la zona al oriente del río, entre las dos, forman la ciudad de Budapest), Ignacio Felipe Semmelweis nació. Hijo de un comerciante, estudió inicialmente leyes y más tarde hace amigos que estudiaban medicina encontrando su vocación, abandonó el estudio de leyes e inicio a estudiar medicina. Al graduarse, ingresó como ayudante del Profesor Klein en la clínica de Viena y empezó a investigar la causa de la fiebre puerperal (Gerzanits, 2013).

Hacia 1846, en Viena era conocida la alta tasa de mortalidad en la llamada primera clínica y el mismo Semmelweis observó como las parturientas suplicaban de rodillas que les diera de alta cuando evidenciaban que eran los hombres quienes realizaban los exámenes (Gerzanits, 2013). Así, es evidente el temor de las futuras madres de ser tratadas por los médicos de la primera clínica. Según Gerzanits (2013), en palabras de Semmelweis:

“...Púerperas con incontables pulsaciones, con el abdomen inflamado, con la lengua seca, es decir, gravemente enfermas de la fiebre puerperal, aseguraban horas antes de su muerte sentirse totalmente sanas, únicamente para librarse del tratamiento médico, pues sabían que este tratamiento médico era precursor de la muerte...” (Gerzanits, 2013, pp. 1)

Una vez Semmelweis vuelve de vacaciones, el 20 de Marzo de 1847, se entera de la muerte de su amigo, el doctor Kolletschka y al leer el protocolo de la autopsia, logra asocia las lesiones que le llevaron a la muerte con las lesiones de las mujeres fallecidas por fiebre puerperal, se convence que esta enfermedad es ocasionada por una infección (Gerzanits, 2013).

Semmelweis no solo realizó observaciones en la primera y segunda clínica, también hizo con Lautner, ayudante del doctor Rokitansky, introduciendo pus de diferentes clases en las heridas de conejas recién paridas, las cuales murieron con similares lesiones que las víctimas por fiebre puerperal. Así, queda demostrado que Semmelweis no solo consideraba a la materia cadavérica como ocasionante de la enfermedad. Hebra, un amigo y defensor de Semmelweis, pública en 1841 que la fiebre puerperal puede ser causada por exudados putrefactos, dándole el crédito a Semmelweis.

Los doctores Rokitansky y Skoda también amigos y defensores de Semmelweis, lo animaban a publicar sus resultados, pero se resistió a hacerlo por considerar que aún eran prematuros (Gerzanits, 2013).

En el ámbito médico, Semmelweis encontró apoyo en unos cuantos colegas, pero la mayoría no lo comprendió a pesar de su análisis estadístico. En este segundo grupo se encontraba su propio maestro, ya que el doctor Klein, jefe de obstetricia del hospital, lo relevó por el doctor Braun y prohibió las medidas propuestas por Semmelweis, como consecuencia, la tasa de mortalidad volvió a aumentar (Miranda & Navarrete, 2008; Salaverry, 2013; Villanueva-Egan, 2012).

A pesar de las demostraciones que realizó Semmelweis y que aportó las bases de la antisepsia, fue degradado, desacreditado y excluido por los doctores de la época, sus evidencias fueron olvidadas (Arreguín & Macías, 2012; Villanueva-Egan, 2012) y culpó a los propios doctores de la alta tasa de mortalidad, esto fue un insulto para la comunidad médica (Miranda & Navarrete, 2008).

Semmelweis se casó en 1857 con Maria Weindenhofert, se rodea de amigos y vive varios años feliz y tranquilo, aumentó su prestigio y trabajó como profesor de obstetricia y ginecología. Sin embargo, en la época aun no era aceptaba su teoría del origen de la fiebre puerperal y eso le causaba gran molestia. En 1861 publicó su libro *La etiología, concepto y profilaxis de la fiebre puerperal* (Gerzanits, 2013).

En sus últimos años, sus amigos Luis Markusovzky y Juan Balussa describen en anotaciones como se culpaba por la muerte de muchas pacientes antes de descubrir la causa de la fiebre puerperal, precisamente este dolor lo impulsaba a escribir cartas a los más importantes profesores de obstetricia de la época, para convencerlos de su teoría. En una respuesta, Semmelweis (1983) manifiesta el odio que sentía hacia el doctor Virchow al considerarle arrogante y le dice:

“823 de mis estudiantes son ahora parteras que practican en Hungría. Son más ilustradas que los miembros de la Sociedad de Obstetricia de Berlín; se reirían de Virchow con desprecio si les tratara de hacer una clase sobre la epidemia de fiebre puerperal” (Semmelweis, 1983, pp. 233).

En esta y muchas otras cartas, se evidencia la amargura que sentía al ser rechazadas sus conclusiones, además de aumentar la resistencia de la comunidad médica a aceptar su descubrimiento (Gerzanits, 2013), así como la torpeza y tosquedad en el trato con algunos colegas y la incapacidad de superar en la comunidad médica las concepciones imperantes (Martínez, 2014). Ante esto, humillado y desesperado, a todos sus colegas envió cartas que decían:

“[...] ¡Asesinos! Llamo yo a todos los que se oponen a las normas que he prescrito para evitar la fiebre puerperal. ¡Contra ellos, me levanto como resuelto adversario, tal como debe uno alzarse contra los partidarios de un crimen! Para mí, no hay otra forma de tratarles que como asesinos. ¡Y todos los que tengan el corazón en su sitio pensarán como yo! No es necesario cerrar las salas de maternidad para que cesen los desastres que deploramos, sino que conviene echar a los tocólogos, ya que son ellos los que se comportan como auténticas epidemias...” (Villanueva-Egan, 2012, pp. 45).

En 1860 la salud mental de Semmelweis experimentó depresión, irritabilidad, cambios de conducta y psicosis con rasgos paranoicos que afectaron su desempeño en la universidad de Pest en Hungría, donde impartía la cátedra de Obstetricia Teórica y Práctica. Sus amigos lo internaron en un sanatorio en Viena y murió en 1865, según la autopsia presentó múltiples abscesos producto de una herida gangrenada, la cual se generó en un dedo, seguramente provocada en las medidas de contención (Gillies, 2005; Miranda & Navarrete, 2008).

En 1879 Pasteur ratificó la teoría de Semmelweis e identificó a la bacteria estreptococo como la causante de la enfermedad (Miranda & Navarrete, 2008; Oliveros *et al.*, 2012; Salaverry, 2013)

La historia reconoce actualmente el descubrimiento de Semmelweis, el gran mérito de defender hasta la muerte su descubrimiento y sus conclusiones, producto de su gran convicción y conciencia (Gerzanits, 2013).

## V. SECUENCIA DIDÁCTICA DESDE LA HISTORIA DE LA CIENCIA (HC) Y LA NATURALEZA DE LA CIENCIA (NDC)

La presente secuencia didáctica se propone para estudiantes de grado sexto, entre 12 y 13 años, con la finalidad de abordar explícitamente la categoría provisional en el constructo NdC, promover el desarrollo de la competencia cognitivo lingüística de explicar, y además, se pretende que asocien la presencia de algunos microorganismos en el desarrollo de algunas infecciones.

Para lo anterior, se plantean competencias a desarrollar enmarcadas en los ejes: comunicación, práctica, modelización y NdC. Finalmente, lo anterior se desarrolla desde cuatro tipos de actividades: 1) de exploración y observación, de naturaleza concreta y simple, 2) de activación de conceptos, 3) de estructuración, que contemplan fenómenos no vividos y pensamiento crítico y 4) de aplicación o producción divergente complejo (García-Martínez y Pinilla, 2007). A continuación, se presentan siete tablas, cada una con un grupo de actividades que dan cuenta de las competencias, ejes y tipología de la actividad:

**TABLA I.** Actividades de exploración y observación para identificación de ideas previas.

<b>Tipología de la actividad</b>	De exploración y observación para identificación de ideas previas
<b>Competencias a desarrollar:</b> Identificar las posturas históricas acordes con creencias sobre el origen de la gripe en una persona. Comparar las posturas históricas sobre el origen de las enfermedades comunes, en familias de los estudiantes.	
<b>Ejes:</b> comunicación y práctica	
<b>Actividad 1.</b>	
Tomando como base el siguiente texto sobre desarrollo del origen de las enfermedades, analiza las preguntas que aparecen posteriormente.	
<b>Texto para analizar</b>	Los postulados históricos sobre el origen de una enfermedad se pueden clasificar en: 1) de la antigüedad, 2) de la Grecia clásica, 3) de la edad media, 4) del renacimiento, 5) de los siglos XVII y XVIII, y 6) del siglo XIX.  En la antigüedad, las creencias sobre el contagio de las fiebres se atribuían al contacto con enfermos o sus objetos, y su origen se consideraba sobrenatural. En la Grecia clásica, el origen sobrenatural se transformó por el de causas naturales, provenientes del medio, como las propiedades del agua.  En la edad media, se atribuían las enfermedades como un castigo divino y la sanación era el respetivo perdón. En el renacimiento se postuló la teoría del contagio, donde se concibe que

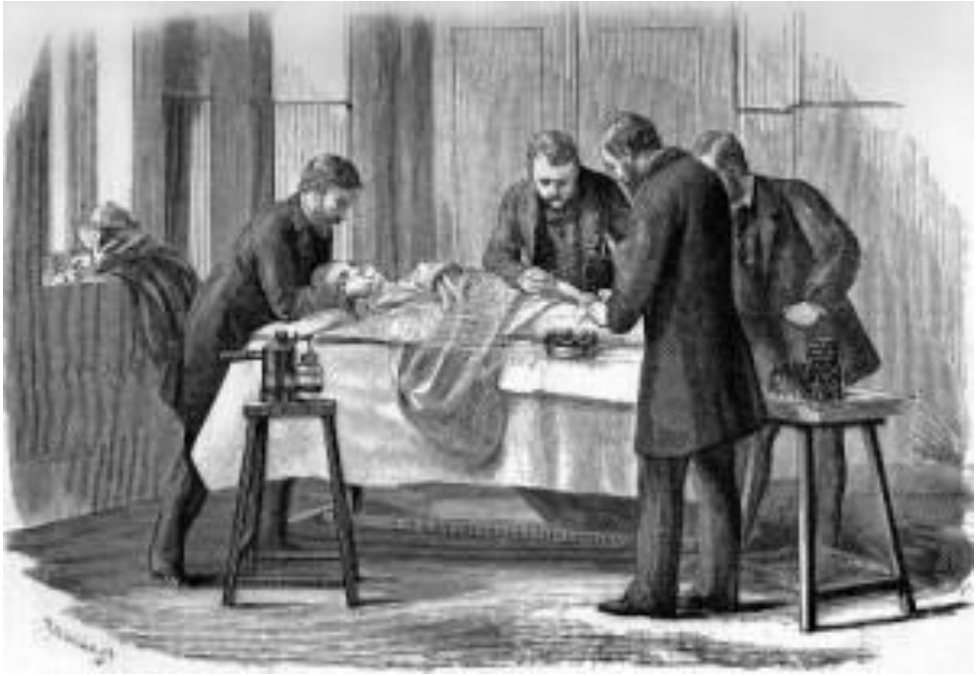
	<p>una infección se trasmite de un individuo a otro. En los siglos XVII y XVIII, las enfermedades se concebían bajo un origen endógeno no contagioso o exógeno contagioso, estas últimas asociadas a descomposición de fluidos corporales, disposición fisiológica e incluso afecciones morales.</p> <p>A comienzos del siglo XIX, Pierre Fidèle Bretonneau, propone que una enfermedad específica se desarrolló por consecuencia de un principio contagioso.</p>
<b>Actividades y preguntas reguladoras</b>	<p>¿Con cuál de las posturas históricas estás de acuerdo para explicar el origen de la gripe en una persona?</p> <p>Elabora un listado de enfermedades comunes en tu familia y que consideras se pueden explicar con cada postura histórica.</p> <p>En equipos de trabajo, socializar las respuestas de las dos anteriores preguntas. Ten presente escoger un moderador, un secretario y un relator, el cual socializará a toda la clase las conclusiones del trabajo realizado.</p> <p>Elabora un listado de palabras clave en el tablero, hacer un glosario y realizar un mapa conceptual entre estudiantes y docente, con las conclusiones socializadas por los moderadores.</p>
<b>Evaluación</b>	<p>Verificar la asociación entre la postura histórica con la explicación del origen las enfermedades a través de las respuestas a las dos primeras actividades propuestas.</p> <p>Durante la actividad grupal se debe verificar el cumplimiento de las funciones del moderador, secretario y relator, e intervenir para hacer los ajustes necesarios, es común que el moderador no otorgue la palabra y al intervenir varias personas del grupo simultáneamente, no se escuchen todas las intervenciones.</p> <p>Además, plantee una autoevaluación y heteroevaluación del trabajo en equipo, una vez explicada en que consiste cada una y su importancia, adapte unos criterios de evaluación mínimos, entre ellos considere. 1. Participaciones relacionadas con el tema, 2. Cumplimiento de funciones (sea relator, secretario o moderador), 3. Llamados de atención 4. Cumplimiento con las actividades planteadas en el cuaderno, entre otras. Estos criterios deben ser socializados entres de la actividad.</p> <p>Los mapas conceptuales se pueden evaluar considerando el número de relaciones entre los conceptos, entre más relacionados, mejor es el mapa conceptual.</p>
<b>Comentarios para el profesor</b>	<p>El objetivo de esta actividad es identificar ideas previas del estudiantado, específicamente evidenciar a cual postura histórica se puede asociar a sus concepciones.</p> <p>El objetivo del mapa conceptual es identificar las relaciones que los estudiantes establecen entre los conceptos emergentes de la socialización.</p>

**TABLA II.** Actividades de exploración, observación y activación de conceptos.

<b>Tipología de la actividad</b>	De exploración, observación y activación de conceptos
<b>Competencias a desarrollar:</b>	<p>Identificar las características de los microorganismos.</p> <p>Clasificar los microorganismos presentes comúnmente en el ambiente.</p> <p>Deducir algunas aplicaciones de los microorganismos en la actualidad.</p>
<b>Ejes:</b> comunicación y práctica	
<b>Actividad 2</b>	
	Observa el siguiente video sobre los microorganismos. Posteriormente
<b>Video</b>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ucgf-FCg39g">https://www.youtube.com/watch?v=ucgf-FCg39g</a>
<b>Actividades y preguntas reguladoras</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué tipos de microorganismos hay en el planeta?</li> <li>2. ¿Qué requiere un microorganismo para sobrevivir?</li> <li>3. Se dice que los microorganismos pueden ser usados para mejorar la calidad de vida de las personas. Con base en el video, escribe ejemplos, dibújalos en una cartelera y cuéntalos a la clase.</li> <li>4. Comenta un caso que conozcas, en el cual, la salud de un individuo se haya afectado por acción de los microorganismos.</li> </ol>
<b>Evaluación</b>	A través de la socialización, verifique que los expositores nombren algunas características de los microorganismos, así como su clasificación por forma y usos que la humanidad les

	da. Igualmente, promueva la participación de los no expositores complementando las intervenciones de los expositores.
<b>Comentarios para el profesor</b>	<p>Antes de abordar el video, se sugiere socializar las preguntas reguladoras. En el minuto 3' 24'' se sugiere hacer una pausa y analizar las posibles respuestas de las preguntas literales 1 y 2. Igualmente, en el minuto 4' se sugiere hacer una pausa para abordar la pregunta inferencial 3 y contrastar las respuestas dadas por los estudiantes, con lo visto hasta el minuto 5' 09''. Al final hacer una lluvia de ideas sobre las respuestas de la pregunta intertextual número 4.</p> <p>Al abordar las respuestas a las preguntas, se pretende reconocer que no todos los microorganismos son patógenos, por el contrario existen aplicaciones industriales para algunas especies, e igualmente identificar que no todas las enfermedades son producidas por microorganismos.</p>

TABLA III. Actividades de estructuración.


<b>Tipología de la actividad</b>	de estructuración
<b>Competencias a desarrollar:</b>	<p>Identificar características de los atuendos empleados en el pasado para las intervenciones quirúrgicas.</p> <p>Comparar características de los atuendos empleados para las intervenciones quirúrgicas, en el pasado y presente.</p> <p>Inferir la relación entre el desarrollo de infecciones y los cambios en los trajes empleados para las intervenciones quirúrgicas.</p> <p>Identificar que el conocimiento científico cambia con el paso del tiempo.</p> <p>Explicar la importancia del cambio en los trajes empleados para las intervenciones quirúrgicas.</p>
<b>Ejes:</b>	comunicación, práctica y NdC
<b>Actividad 3</b>	Observa la siguiente imagen del siglo XIX, donde se muestra una intervención quirúrgica. Posteriormente, analiza las preguntas reguladoras.
<b>Imagen para analizar</b>	 <p>Tomado de Rodríguez <i>et al.</i> (2011)</p>
<b>Actividades o preguntas reguladoras</b>	Con tus palabras, describe que ves en la imagen, ten presente el tipo de vestimenta e implementos que usan los médicos en la cirugía.



	<p>Compara la vestimenta de los médicos en una cirugía en el siglo XIX, con la que se emplean en la actualidad, y con los usados por los operarios en las plantas de procesamiento de alimentos, observados en el video de la clase anterior.</p> <p>Según lo analizado en las anteriores actividades, ¿crees que la paciente pueda desarrollar una infección como consecuencia de la intervención quirúrgica? ¿Por qué crees que los trajes para realizar intervenciones quirúrgicas han cambiado con el tiempo? Explica tu respuesta.</p> <p>En mesa redonda aborda la pregunta ¿tiene importancia el cambio en los trajes empleados para las intervenciones quirúrgicas?</p>
<b>Evaluación</b>	<p>Promueva la descripción verbal de cada persona y luego verifique que esas características hayan sido redactadas en el cuaderno.</p> <p>Considerar la falta de tapabocas, gorro de cirugía, guantes y bata en los cirujanos del siglo XIX. Así como las condiciones de la sala de cirugía y la presencia de la niña que observa por la ventana.</p> <p>En la mesa redonda, verificar la relación entre el uso de vestimenta adecuada para realizar una cirugía y las condiciones de asepsia, que evitan infecciones. Así como las razones por las cuales los cirujanos del siglo XIX no usaban guantes y su asociación con la provisionalidad del conocimiento científico.</p>
<b>Comentarios para el profesor</b>	<p>El objetivo es establecer relación entre la vestimenta de los doctores, las condiciones de la sala de cirugía y las probabilidades de infección por microorganismos.</p> <p>Por otro lado, se debe abordar la reflexión de como el conocimiento científico varia, es decir, no es el mismo a través del tiempo. Lo anterior debe ser abordado explícitamente, donde el estudiante debe ser consciente cognitivamente hablando, que el análisis de la imagen y las preguntar permite evidenciar que el conocimiento científico cambia.</p>

**TABLA IV.** Actividades de estructuración.

<b>Tipología de la actividad</b>	Actividades de estructuración																																																																												
<p><b>Competencias a desarrollar:</b></p> <p>Identificar la clínica que presentó mayor mortalidad en la investigación de Semmelweis. Inferir como el lavado de manos planteado por Semmelweis disminuye la mortalidad.</p> <p><b>Ejes:</b> comunicación y práctica</p> <p><b>Actividad 4</b></p> <p>Observa la siguiente tabla que compara los resultados en dos clínicas analizadas por Semmelweis y la imagen de Semmelweis enseñando el protocolo de lavado de manos en el siglo XIX. Posteriormente analiza las preguntas reguladoras.</p>																																																																													
<b>Texto para analizar</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="7">TABLA 1</th> </tr> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Primera Clínica</th> <th colspan="3">Segunda Clínica</th> </tr> <tr> <th>Nacimientos</th> <th>Muertes</th> <th>Tasa</th> <th>Nacimientos</th> <th>Muertes</th> <th>Tasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1841</td> <td>3,036</td> <td>237</td> <td>7.7</td> <td>2,442</td> <td>86</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>1842</td> <td>3,287</td> <td>518</td> <td>15.8</td> <td>2,659</td> <td>202</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>1843</td> <td>3,060</td> <td>274</td> <td>8.9</td> <td>2,739</td> <td>164</td> <td>5.9</td> </tr> <tr> <td>1844</td> <td>3,157</td> <td>260</td> <td>8.2</td> <td>2,956</td> <td>68</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>1845</td> <td>3,492</td> <td>241</td> <td>6.8</td> <td>3,241</td> <td>66</td> <td>2.03</td> </tr> <tr> <td>1846</td> <td>4,010</td> <td>459</td> <td>11.4</td> <td>3,754</td> <td>105</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>20,042</td> <td>1,989</td> <td></td> <td>17,791</td> <td>691</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td></td> <td></td> <td>9.92</td> <td></td> <td></td> <td>3.38</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tomado de Semmelweis (1983).</p>	TABLA 1								Primera Clínica			Segunda Clínica			Nacimientos	Muertes	Tasa	Nacimientos	Muertes	Tasa	1841	3,036	237	7.7	2,442	86	3.5	1842	3,287	518	15.8	2,659	202	7.5	1843	3,060	274	8.9	2,739	164	5.9	1844	3,157	260	8.2	2,956	68	2.3	1845	3,492	241	6.8	3,241	66	2.03	1846	4,010	459	11.4	3,754	105	2.7	Total	20,042	1,989		17,791	691		Promedio			9.92			3.38
TABLA 1																																																																													
	Primera Clínica			Segunda Clínica																																																																									
	Nacimientos	Muertes	Tasa	Nacimientos	Muertes	Tasa																																																																							
1841	3,036	237	7.7	2,442	86	3.5																																																																							
1842	3,287	518	15.8	2,659	202	7.5																																																																							
1843	3,060	274	8.9	2,739	164	5.9																																																																							
1844	3,157	260	8.2	2,956	68	2.3																																																																							
1845	3,492	241	6.8	3,241	66	2.03																																																																							
1846	4,010	459	11.4	3,754	105	2.7																																																																							
Total	20,042	1,989		17,791	691																																																																								
Promedio			9.92			3.38																																																																							

		
	Tomado de: <a href="https://www.imss.org/shop/img/big/semmelweis.jpg">https://www.imss.org/shop/img/big/semmelweis.jpg</a>	
<b>Actividades o preguntas reguladoras</b>	Trabajo en el cuaderno e individual: Compara la tabla donde se muestra la tasa de mortalidad en dos clínicas. 1. ¿En cuál hay mayor tasa de mortalidad? 2. ¿En qué año se presentó la mayor tasa de mortalidad? 3. La imagen representa una propuesta del doctor Semmelweis que condujo a que la mortalidad de la primera clínica fuera la menor, ¿Cómo explicarías que esta simple práctica disminuya esa mortalidad?	
<b>Evaluación</b>	Preguntar por datos específicos en la tabla, para verificar la correcta interpretación de la misma. Al finalizar la actividad, los estudiantes intercambian cuadernos y hacen el ejercicio de evaluar lo escrito por su compañero. Para lo anterior, el(la) maestro(a) resuelve el taller explicando cada punto. Para el registro de las observaciones de cada estudiante evaluador, se debe tener presente que: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las dos primeras preguntas son respuestas concretas, fáciles de valorar.</li> <li>2. La tercera respuesta es un argumento, por lo tanto se debe contemplar que la respuesta contenga: a. la presencia de microorganismos, b. que los microorganismos pueden crear infecciones, c. en las manos los doctores tienen microorganismos, d. al lavarse las manos los doctores eliminan los microorganismos. Así, promueva la búsqueda de estas ideas en la respuesta de los estudiantes. Puede plantear lo anterior como una lista de chequeo, para que el evaluador y evaluado tengan mayor claridad. Al final, el evaluador registra su nombre.</li> </ol> Una vez evaluadas las preguntas, permita la corrección del taller.	
<b>Comentarios para el profesor</b>	Como profundización, se recomienda ver el siguiente video <a href="https://youtu.be/C_eWHUCrEsM">https://youtu.be/C_eWHUCrEsM</a>	

**TABLA V.** Actividades de estructuración.

<b>Tipología de la actividad</b>	Actividades de estructuración
<b>Competencias a desarrollar:</b> Reconocer la presencia de microorganismos en diferentes partes del cuerpo, así como del entorno a través del cultivo de los mismos.	
<b>Ejes:</b> comunicación y práctica	
<b>Actividad 5</b>	
<b>Texto para analizar</b>	<p style="text-align: center;"><b>Cultivemos microorganismos</b></p> Los microorganismos están presentes dentro y sobre nuestro cuerpo, así como en el ambiente en el que nos encontremos. Algunas bacterias, las más primitivas, incluso sobreviven en temperaturas extremas, muy calientes o muy frías.

	<p>Para observar bacterias y hongos se puede emplear un microscopio, pero también se pueden cultivar y hacer de esta forma evidente su presencia. Para cultivar microorganismos, se requiere 1. Un medio de cultivo, buscar los microorganismos, 2. “sembrarlos” en el medio de cultivo y 3. Esperar a que crezcan para observarlos. A continuación, desarrollaremos los tres pasos:</p> <p><b>Elaborar un medio de cultivo</b> Para esto necesitas un sobre de gelatina sin sabor, una taza de agua, cuatro recipientes con tapa. Instrucciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agregue un sobre de gelatina sin sabor en una taza de agua fría.</li> <li>2. Mezcle hasta que se disuelva.</li> <li>3. Vierta la mezcla en una olla.</li> <li>4. Lleve al fuego lento hasta que se disuelva todos los grumos (esta parte se realiza con ayuda de un adulto).</li> <li>5. Vierta la gelatina equitativamente en los cuatro frascos con tapa (previamente lavados).</li> <li>6. Esperar a que se enfríe</li> </ol> <p><b>“Sembrar” microorganismos en el medio de cultivo</b> En este paso, necesitas los cuatro frascos con el medio de cultivo (gelatina sin sabor), cuatro tiras de papel (rótulos), cinta transparente e hisopos. Instrucciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Después de ir al baño y sin lavarse las manos, pasar sobre estas un hisopo, asegurándose de girar su cabeza de algodón sobre toda la palma de las manos, tanto izquierda como derecha.</li> <li>2. Abrir un frasco con medio de cultivo y frotar el hisopo sobre la superficie de la gelatina sin sabor.</li> <li>3. Tapar el frasco.</li> <li>4. Marca el frasco usando cinta una tira de papel y cinta transparente.</li> <li>5. Repite el procedimiento, esta vez con hisopos frotados sobre tus manos después de jugar con una mascota, de un hisopo frotado en las paredes internas de tu boca y de otro frotado en la chapa de una puerta.</li> <li>6. Deja los frascos en el salón, en un lugar fresco y protegido de la luz solar directa.</li> </ol> <p><b>Observación</b> Realiza observaciones diarias, para esto cuenta con tus palabras lo que observas en cada frasco y luego escríbelo en tu cuaderno. Ten presente formas y colores de lo observado.</p>
<p><b>Actividades</b> o <b>preguntas reguladoras</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A través de una lluvia de ideas, idear la mejor manera de registrar las observaciones.</li> <li>2. Describir cada dos días y con detalle lo observado en cada frasco.</li> <li>3. Comparar las descripciones de los cuatro medios de cultivo, ¿en qué se parecen y en qué difieren?</li> <li>4. En mesa redonda y con base en lo observado analizar la pregunta: ¿es necesario lavarse las manos después de ir al baño o jugar con mascotas? Y ¿es importante lavarse las manos antes de comer? Registre las conclusiones en su cuaderno.</li> </ol>
<p><b>Evaluación</b></p>	<p>En la lluvia de ideas, considere la participación del grupo y especialmente, el registro en el cuaderno del formato ideado entre todos y copiado en el tablero. Igualmente, promueva y verifique el registro de las observaciones como en las actividades anteriores.</p> <p>Para la mesa redonda, verifique en la respuesta el uso de ideas como: a) la presencia de microorganismos en el ambiente, b) las manos se contaminan fácilmente con microorganismos porque las usamos para manipular el ambiente, c) al comer y usar las manos, se produce contaminación de los alimentos.</p>
<p><b>Comentarios para el profesor</b></p>	<p>El objetivo es identificar la presencia de microorganismos en nuestro cuerpo y nuestro medio, para justificar el lavado de manos posterior a jugar con mascotas e ir al baño, así como antes de consumir alimentos. Para esto, ayude a sus estudiantes con las descripciones, realícele preguntas sobre la forma y colores de las colonias que crezca y verifique que al escribir hayan redactado las características que mencionaron verbalmente, es decir, estimule la observación detallada y registro completo.</p> <p>Realice el proceso adecuado para la destrucción de las colonias una vez terminada la actividad, puede ser usando solución de hipoclorito de sodio e hirviendo los frascos y empleando guantes, tapabocas y bata.</p>

TABLA VI. Actividades de estructuración.

<b>Tipología de la actividad</b>	Actividades de estructuración
<b>Competencias a desarrollar:</b> Reconocer a partir de una carta de Semmelweis a sus colegas, que el conocimiento científico es una construcción de hombres para hombres y que no posee versiones terminadas. (En este documento, se emplea la palabra “hombre” como referencia a humanidad en general).	
<b>Ejes:</b> comunicación, práctica y NdC	
<b>Actividad 5</b>	
Lee el siguiente texto histórico y responde las preguntas	
<b>Texto para analizar</b>	<p>Texto 1.</p> <p>Los médicos del siglo XIX no estaban convencidos del descubrimiento del doctor Semmelweis a pesar de los datos y experimentos realizados, después de años de infructuosos intentos y evidenciando en los hospitales altas tasas de mortalidad de las pacientes, escribe la siguiente carta a sus colegas:</p> <p>“[...] ¡Asesinos! Llamo yo a todos los que se oponen a las normas que he prescrito para evitar la fiebre puerperal. ¡Contra ellos, me levanto como resuelto adversario, tal como debe uno alzarse contra los partidarios de un crimen! Para mí, no hay otra forma de tratarles que como asesinos. ¡Y todos los que tengan el corazón en su sitio pensarán como yo! No es necesario cerrar las salas de maternidad para que cesen los desastres que deploramos, sino que conviene echar a los tocólogos, ya que son ellos los que se comportan como auténticas epidemias...”</p> <p>Texto 2.</p> <p>En 1879, Pasteur ratificó la teoría de Semmelweis e identificó a la bacteria estreptococo como la causante de la enfermedad. Actualmente, la historia reconoce el descubrimiento de Semmelweis y el gran mérito que tuvo al defender hasta la muerte sus hallazgos.</p>
<b>Actividades o preguntas reguladoras</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el cuaderno e individualmente responde: Describe cómo crees que era la relación del doctor Semmelweis con sus colegas. Por qué crees que escribió la carta en esos términos. Qué crees que sentía el doctor Semmelweis cuando escribió la carta. ¿Crees que el conocimiento científico cambia con el tiempo?, explica tu respuesta.</li> <li>2. En mesa redonda, socializar las respuestas de la actividad y cada estudiante escribe una conclusión sobre cómo son los científicos (médicos en este caso) y el conocimiento que producen.</li> </ol>
<b>Evaluación</b>	Durante la mesa redonda, motivar la socialización de varias respuestas a cada pregunta, identificar similitudes y diferencias en las respuestas. Al final, cada estudiante elabora la conclusión, promover la lectura de varias conclusiones y a partir de los visto hasta ahora, reconocer que el conocimiento científico es provisional.
<b>Comentarios para el profesor</b>	Abordar de manera explícita aspectos de la NdC como construcción de hombres y la variación del conocimiento científico a través del tiempo.

TABLA VII. Actividades de generalización y aplicación.

<b>Tipología de la actividad</b>	Actividades de generalización y aplicación
<b>Competencias a desarrollar:</b> Valorar el lavado de manos diario, como antisepsia. Explicar la importancia del lavado de manos en el cuidado de la salud, propia y de los demás.	
<b>Ejes:</b> comunicación y práctica	
<b>Actividad 6</b>	
<b>Texto para analizar</b>	Consulta el protocolo de lavado de manos establecido por la Organización mundial de la Salud.
<b>Actividades o preguntas reguladoras</b>	<p>Lee detalladamente el protocolo de lavado de manos de Organización mundial de la Salud.</p> <p>Realiza un simulacro de lavado de manos, para esto en parejas dramatiza el correcto lavado de manos, ten presente la técnica y el tiempo en cada paso.</p> <p>Con tu compañero responde: Por qué es importante lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño.</p>

	¿En qué otros casos es importante lavarse las manos? Describe con detalles el caso, y explica las razones que justifican el lavado de manos.
<b>Evaluación</b>	Observar y evaluar la dramatización de cada pareja, tener presente la técnica y los tiempos en el lavado de las manos. Promueva respuestas diferentes a las de actividades anteriores, invitando a pensar en otros casos en los cuales es importante lavarse las manos, por ejemplo antes de lavarse los dientes o antes de cocinar.
<b>Comentarios para el profesor</b>	El objetivo es realizar un análisis intertextual del desarrollo del concepto de la antisepsia, para otorgarle significado al lavado de las manos.

## VI. CONCLUSIONES

La necesidad de diseñar material para la enseñanza explícita de NdC (Lederman, 1992; Abd-El-khalick & Lederman, 2000; Bartholomew, Osborne, & Ratcliffe, 2004; Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Lederman *et al.*, 2014; Liang *et al.*, 2008), consolida la presente unidad didáctica como un aporte al profesorado, tanto en su formación como en ejercicio, para reflexionar sobre algunas ideas y recursos específicos dentro del área HPS que permite abordar de forma explícita la naturaleza provisoria del conocimiento científico, el cual es un aspecto del constructo NdC ampliamente aceptado por diferentes autores.

Igualmente, el uso tipologías de las actividades, de ejes y competencias permite buscar la coherencia que debe existir entre estos aspectos para analizar las actividades planteadas, desde sus limitaciones como su potencialidad didáctica para la enseñanza de ese contenido disciplinar y aspectos de la NdC. De manera similar, las diferentes fuentes de información, como los textos continuos y discontinuos presentados (tablas e imágenes), las actividades mismas y los comentarios para el profesor aumentan el potencial didáctico de la presente propuesta.

Por otro lado, la articulación de la enseñanza de NdC desde el área HPS con elementos del currículo como los conceptos estructurantes, es una oportunidad para reflexionar sobre que contenidos disciplinares y de NdC enseñar. En este caso particular, buscando humanizar la ciencia al abordar aspectos personales y culturales, mejorar la comprensión de los contenidos, realizar clases más interesantes, fomentar el pensamiento crítico y contribuir a la comprensión de una visión informada del carácter provisional del conocimiento científico que combata la ideología científicista e invite a reflexionar sobre los métodos para hacer ciencia (Matthews, 1992, 1994).

Para finalizar, cabe resaltar la importancia de promover, difundir y reflexionar sobre textos como el presente, que procura una historia de la ciencia sin anacronismo, al evitar juzgar a través del conocimiento actual las conclusiones del pasado, así como tomar distancia de la hagiografía, y por el contrario, exaltar la relevancia de la comunidad científica del momento. Por esto las secciones “historia de la ciencia (HC) sobre el desarrollo del concepto antisepsia y los microorganismos” y “el desarrollo del concepto antisepsia” además de fundamentar teóricamente la propuesta de unidad didáctica, fungen como un repositorio de ideas y elementos con potencial didáctico para ajustar la propuesta al contexto e intereses específicos en que cada docente enseña.

## REFERENCIAS

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-437.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.

Abd-El-khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

Adúriz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia, la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Capital Federal, Argentina: Fondo de cultura económica.

Adúriz-Bravo, A., & Ariza, Y. (2013). Capítulo 2. Las imágenes de ciencia y de científico, una puerta de entrada a la naturaleza de la ciencia. En A. Adúriz-Bravo, M. Dibarboure, & S. Ithurralde (Eds.), *El quehacer del científico en el aula, pistas para pensar*. Uruguay: Fondo Editorial QUEDUCA.

Aikenhead, G. S. (1973). The measurement of high school students' knowledge about science and scientists. *Science Education*, 57(4), 539-549.

Allchin, D. (2012). The Minnesota Case Study Collection: New historical inquiry case studies for nature of science education. *Science and Education*, 21(9), 1263-1281.

Allchin, D. (2014). From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. *Science and Education*, 23(9), 1911-1932.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.

Arreguín, V. & Macías, J. (2012). *Asepsia, Uno de los grandes logros del pensamiento*. *Revista Digital Universitaria*, 13, 8.

Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655-682.

Castro, J., & Valbuena, É. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis: Revista de La Facultad de Ciencia y Tecnología*, 22, 126-145.

Chin-Chung Tsai & Shiang-Yao Liu (2005) Developing a Multi-dimensional Instrument for Assessing Students' Epistemological Views toward Science, *International Journal of Science Education*, 27, 13, 1621-1638.

Cotham, J., & Smith, E. (1981). Development and validation of the conceptions of scientific theories test. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 387-396.

Council of Ministers of Education Canada Pan-Canadian Science Project. (1997). *Common framework of science learning outcomes K to 12*. <http://www.cmec.ca/science/framework/Pages/english/CMEC%20Eng.html>.

- Cwikel, J. (2008). Lecciones de Ignaz Semmelweis. Actualización epidemiológica y social para una maternidad segura. *Medicina Social*, 53-73.
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science and Education*, 22(9), 2109-2139.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 30-35.
- García-Martínez, A. (2014). Prácticas experimentales e instrumentos científicos en la construcción del conocimiento científico escolar. En *Historia y Filosofía de la ciencia, aportes para una "nueva aula de ciencias" promotora de ciudadanía y valores*. Compiladores: Quintanilla Mario y Cabrera Castillo Henry. Santiago de Chile.
- García-Martínez, A., & Pinilla, J. (2007). *Colegios públicos de excelencia para Bogotá. Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología*. Grupo de Investigación en educación en Ciencias Experimentales-GREECE, Ed: Alcaldía Mayor de Bogotá DC, Secretaria de Educación Bogotá-Colombia.
- Gerzanits, P. (2013). *En el centenario de "etiología, concepto y profilaxis de la fiebre puerperal"*, conmemoración de Ignacio Felipe Semmelweis (Vol. 2).
- Gillies, D. (2005). Hempelian and Kuhnian approaches in the philosophy of medicine: The Semmelweis case. *Studies in History and Philosophy of Science Part C : Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36(1), 159-181.
- Hempel, C. G. (1987). *La investigación científica: invención y contrastación*. Filosofía de la Ciencia natural. Madrid.
- Izquierdo, M., García, A., Quintanilla, M., & Adúriz-Bravo, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado en ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Kimball, M. E. (1968). Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 5(2), 110-120.
- Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74, 225-239.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry - The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65-83.
- Lerma, C. (1999). Asepsia: Historia y Cultura. *Cirugía*, 14(2), 73-75.

- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-20.
- Liu, S. Y., & Lederman, N. G. (2007). Exploring prospective teachers' worldviews and conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(10), 1281-1307.
- Martinez, O. (2014). La ofensiva de Ignaz Semmelweis contra los miasmas ineluctables y el nihilismo terapéutico. *Asociacion Colombiana de Medicina Interna Colombia*, 39(1), 90-96.
- Matthews, M. (1992). History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. *Science & Education*, 1(1), 11-47.
- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias : La aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277. <http://ddd.uab.cat/record/30233>.
- Millar, R., & Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Ministry of Education and Higher Education (MoEHE). (1998). General outline for science curriculum (in Arabic). Ramallah: Curriculum Development Center.
- Miranda, M., & Navarrete, L. (2008). Semmelweis y su aporte científico a la medicina: Un lavado de manos salva vidas. *Revista Chilena Infectología*, 25(1), 54-57.
- Oliveros, C. R., Huertas, M., De García, R., Chávez, A., Osnaya, A., & Vargas, A. (2012). Higiene de manos o lavado de manos en los hospitales: ¿Qué diría Semmelweis de los avances de los últimos 150 años? *Digital Universitaria*, 13(9), 1-9.
- Peters, E. E. (2012). Developing content knowledge in students through explicit teaching of the nature of science: Influences of goal setting and self-monitoring. *Science and Education*, 21(6), 881-898.
- Rodríguez, F., Barrios, C., O'Reilly, F., Torres, M. & Martínez, M. (2011). Asepsia y Antiseptia. Visión histórica desde un cuadro. *Apuntes de Ciencia*, 2, 61-64.
- Rubba, P. A., & Andersen, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the Nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.
- Ryan, A. G., & Aikenhead, G. S. (1992). Students' Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Ryder Leach, J., Driver, R., J. (1997). Undergraduate science students' images of the nature of science. *New perspectives on conceptual change in science and mathematics learning*, 36(2), 201-219.
- Salaverry, O. (2013). IATROGENIA institucional y muerte materna. Semmelweis y la fiebre puerperal. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 30(3), 512-517.



Semmelweis, I. P. (2008). Etiología, concepto y profilaxis de la fiebre puerperal (1861) (extraídos). *Medicina Social*, 3(1), 21-29.

Semmelweis, I. (1983). *The etiology, concept, and prophylaxis of childbed fever* (K. Codell Carter, Trans. & Ed.). Wisconsin: University of Wisconsin Press. (First published 1861).

Villanueva-Egan, L. (2012). Semmelweis: Operative research to prevent maternal deaths in the nineteenth century. *CONAMED*, 17(1), 42-47.

Villanueva-Meyer, M. (2012). Ignaz Semmelweis. Galenus, *Revista para los médicos de Puerto Rico*, 29, 72-74.