

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Diagnóstico

Señorita: ¿Por qué me sacan sangre cuando voy al médico?



Foto de Kamaji Ogino: <https://www.pexels.com/photo/crop-ethnic-daughter-injecting-mother-with-toy-syringe-5094090/>

Peter L. Voyvodic y Jerome Bonnet

Centro de Bioquímica Estructural, INSERM U1054, CNRS UMR5048, Universidad de Montpellier, Montpellier, 34090, Francia.

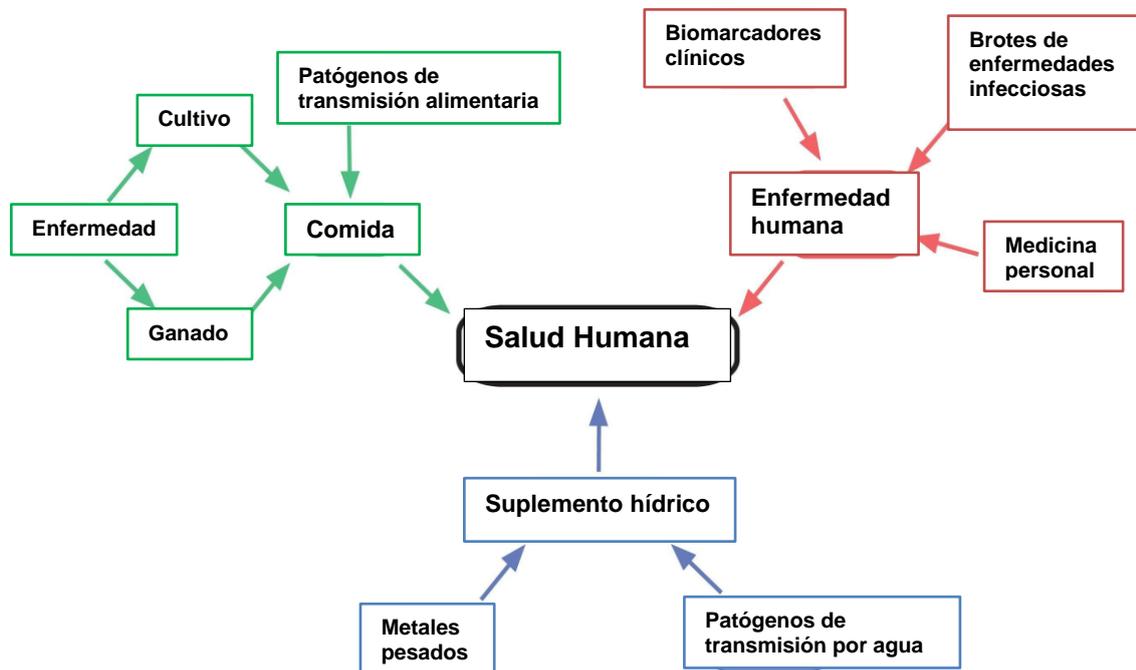
Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

Diagnóstico

Sinopsis

Nuestra capacidad para responder a la contaminación de los alimentos y el agua, así como a las enfermedades, depende de nuestra capacidad para detectarlas. Los diagnósticos son las herramientas que desarrollamos y utilizamos para detectar **analitos -moléculas** específicas, secuencias de **ácidos nucleicos** y **proteínas**, y moléculas tóxicas no biológicas- en el medio ambiente y en nosotros mismos, que aportan información sobre un peligro potencial u otras cuestiones de importancia. Los diagnósticos utilizan una amplia variedad de **métodos microbiológicos** para transformar el analito de una muestra en un **resultado** fácil de leer, como un cambio de color o un número digital. Aplicados correctamente, los diagnósticos pueden ayudar a garantizar la seguridad del suministro de alimentos y agua, detectar y tratar afecciones médicas y frenar la propagación de **enfermedades infecciosas** como la COVID-19. Sin embargo, a medida que se generalicen los diagnósticos "en el punto de atención" (es decir, en el momento y lugar de atención al paciente), tendremos que ser conscientes de sus métodos de eliminación para evitar impactos ambientales negativos. Así pues, el uso de diagnósticos tiene múltiples consecuencias para los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**.

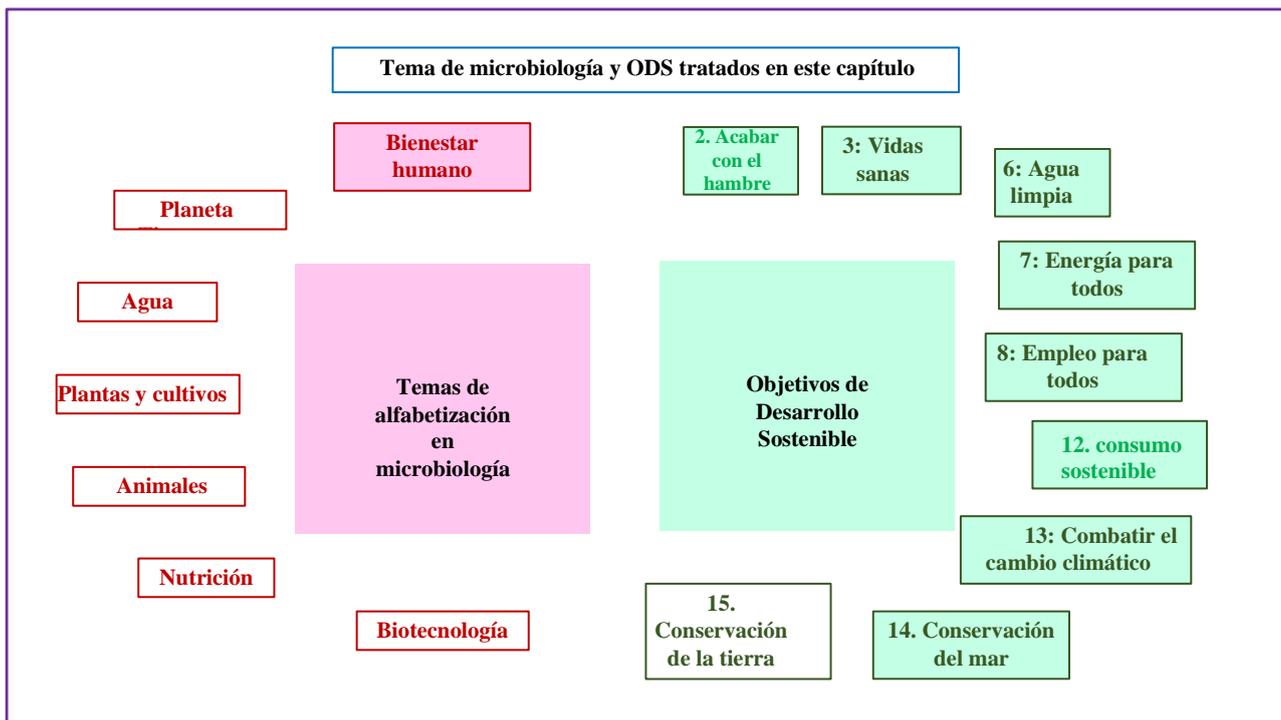
Cuadro 1: Usos de los Diagnósticos



La microbiología y el contexto social

La microbiología: detección de enfermedades en plantas y animales, detección de **microbios patógenos** en los alimentos, metales pesados en el suministro de agua, patógenos en el suministro de agua, **biomarcadores clínicos**, contención de la propagación de enfermedades infecciosas, factores de riesgo relacionados con el ADN, **medicina personalizada**. *Cuestiones de sostenibilidad:* suministro de alimentos, salud, seguridad del agua, economía y empleo, contaminación, uso del suelo.

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez



Diagnóstico: La Microbiología

1. *Los diagnósticos son importantes para detectar enfermedades de plantas y animales.* A medida que aumenta la población humana en el planeta, la capacidad de cultivar alimentos suficientes para todos es fundamental. Aunque los avances en fertilizantes y otras técnicas agrícolas han contribuido a aumentar el rendimiento, también es imprescindible que los cultivos se mantengan sanos y libres de enfermedades (*para un tratamiento más detallado de este tema, véanse los temas sobre enfermedades microbianas y víricas de las plantas*). Dado que muchas enfermedades de los cultivos pueden parecerse, los diagnósticos ayudan respondiendo a la firma única de ADN o proteína de enfermedades particulares, ayudando mejor a los agricultores a determinar qué está afectando a sus cultivos. Del mismo modo, una enfermedad puede propagarse rápidamente por un rebaño de ganado y diagnosticar rápidamente la causa puede minimizar su efecto (*véase el tema "Las plagas de los animales destinados a la alimentación" para un tratamiento más detallado de este asunto*). A medida que el cambio climático siga aumentando la imprevisibilidad de las cosechas, el diagnóstico desempeñará un papel cada vez más decisivo en el mantenimiento de la seguridad alimentaria (*véase el tema "Alimentar al mundo" para un tratamiento más detallado de este asunto*).

2. *Los diagnósticos pueden detectar microbios patógenos en los alimentos, lo que permite retirarlos antes de que la gente enferme.* "Debe de haber sido algo que he comido". Esta expresión común, aunque a veces está relacionada con reacciones alérgicas u otras afecciones, es con frecuencia un signo de que la persona está sufriendo un patógeno transmitido por los alimentos (*véase el tema "Enfermedades microbianas transmitidas por los alimentos" para un tratamiento más detallado de este tema*). En los casos graves, los patógenos transmitidos por los alimentos suponen un gran riesgo para la sociedad, ya que pueden requerir hospitalización o incluso provocar la muerte. Además, a medida que los sistemas alimentarios comerciales se centralizan, los alimentos contaminados en una planta de procesamiento pueden pasar a ser ingeridos por miles de personas o más. Para ayudar a frenar los brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos, las organizaciones gubernamentales recurren al diagnóstico para determinar qué patógeno es el responsable, como *Salmonella*, *Trichinella* o *Escherichia coli* patógena, e incluso rastrearlo hasta la granja o fábrica de origen. A continuación, una retirada puede eliminar los alimentos potencialmente contaminados del mercado, garantizando la

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

seguridad alimentaria "de la granja a la mesa".

3. **Los diagnósticos pueden detectar niveles de metales pesados peligrosos, como plomo y mercurio, en nuestro suministro de agua potable.** Los niveles elevados de cadmio, plomo, mercurio y arsénico inorgánico plantean riesgos potencialmente mortales. Incluso dosis no mortales, sobre todo si se repiten, pueden provocar complicaciones graves como enfermedades neurológicas y cáncer (véase el tema "Metales pesados" para un tratamiento más detallado de este asunto). Por ello, es primordial garantizar que el suministro de agua no supere un determinado umbral de estos compuestos. El diagnóstico puede ayudar tanto a determinar la causa, cuando se sospecha que hay contaminación, como a detectar niveles potencialmente elevados mediante pruebas rutinarias antes de que se conviertan en un problema. A nivel comunitario, esto puede hacerse en las instalaciones de tratamiento de agua potable antes de que el agua entre en el suministro municipal. En las zonas rurales, pueden utilizarse kits de pruebas sobre el terreno para diagnosticar cualquier problema *in situ*.

4. **Los diagnósticos pueden detectar patógenos, como *Vibria cholerae* o *Giardia*, en el suministro de agua.** Los metales pesados y otros compuestos químicos peligrosos no son la única amenaza para el suministro de agua potable. También pueden estar presentes patógenos bacterianos y parasitarios, causantes de una amplia variedad de enfermedades, como la fiebre tifoidea, el cólera y la disentería (véase el tema "Patógenos en los sistemas de agua" para un tratamiento más detallado de este tema). Analizar las fuentes de agua, como los pozos, puede ayudar a determinar el origen de un brote de una enfermedad transmitida por el agua, de modo que pueda detenerse más rápidamente. Además, realizar pruebas diagnósticas a las personas enfermas puede ayudar a comprender mejor la enfermedad y encontrar más fácilmente la fuente. Este género de investigación de patógenos se denomina epidemiología y, de hecho, fue muy avanzado durante la epidemia de cólera del siglo XIX para determinar que la fuente del brote procedía de un pozo determinado. Un ejemplo más actual: los investigadores están estudiando la posibilidad de analizar el SARS-CoV-2, el virus responsable del COVID-19, en aguas residuales para determinar si esto puede ayudar a los epidemiólogos a comprender mejor la propagación entre la población.

Cuadro 3: Diagnósticos de Agua Contaminada

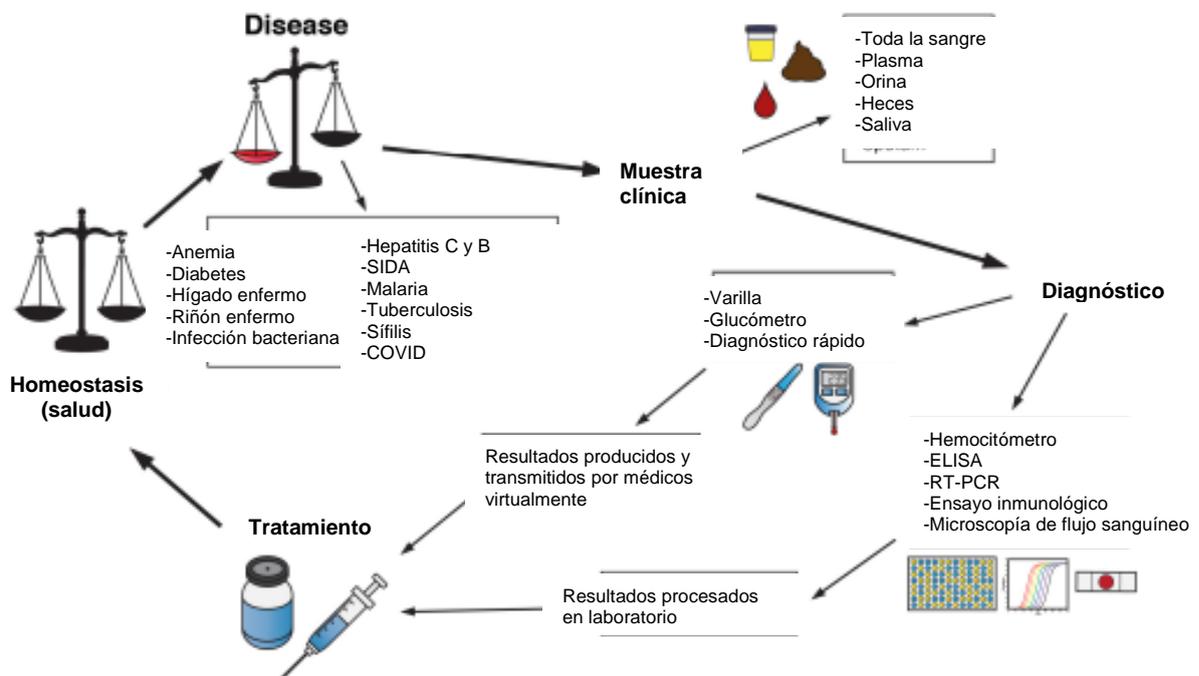


5. **Los diagnósticos pueden ayudarnos a medir los niveles de biomarcadores en nuestro organismo para detectar y tratar enfermedades.** Cuando estamos sanos, nuestro organismo se encuentra en un estado de homeostasis, con los distintos niveles de sales, azúcares, hormonas y otras pequeñas moléculas en equilibrio. Cuando enfermamos, la enfermedad suele provocar cambios en los

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

niveles de uno o varios de estos compuestos. Hay una serie de signos físicos y químicos que podemos utilizar para detectar que estamos enfermos y determinar cuál es la causa. En su forma más básica, medidas físicas como la temperatura corporal y la tensión arterial son biomarcadores que pueden indicar la presencia de fiebre o riesgo cardiovascular. Pero los diagnósticos también pueden utilizar sofisticadas herramientas de microbiología para medir los niveles cuantitativos de determinados biomarcadores. Los niveles elevados de glucosa detectados con un glucómetro, por ejemplo, pueden indicar la presencia de diabetes. Además, las muestras clínicas pueden utilizarse para identificar las firmas únicas de ácidos nucleicos o proteínas de patógenos extraños. Esto puede ayudar a averiguar si la enfermedad está causada por una bacteria, por ejemplo, que puede tratarse con antibióticos, o por un virus al que no afecta. (De hecho, los antibióticos pueden empeorar las cosas al eliminar el microbioma natural que ayuda a su defensa inmunitaria [*véase el tema "Nuestros microbiomas" para un tratamiento más detallado de este tema*]). Los diagnósticos pueden detectar biomarcadores en una amplia variedad de muestras clínicas: sangre, orina, saliva, heces, esputo (la mucosidad que se expulsa al toser) o incluso sebo (la sustancia aceitosa de la superficie de la piel). La detección y cuantificación de biomarcadores también son útiles para seguir la eficacia de un tratamiento. Por ejemplo, en la diabetes, el control de la glucosa en sangre es clave para evaluar el efecto y la dosis de la administración de insulina. Aunque la mayoría de los diagnósticos siguen requiriendo su procesamiento en un laboratorio centralizado, cada vez es mayor la demanda de pruebas que puedan realizarse en casa o Enfermedad no, donde los recursos pueden ser limitados. En la actualidad, las pruebas caseras más comunes son las de embarazo y glucemia, pero el impulso para desarrollar diagnósticos COVID-19 rápidos y caseros puede marcar el comienzo de una nueva ola de diagnósticos en el punto de atención.

Cuadro 4: Diagnósticos en Tratamiento de Enfermedad



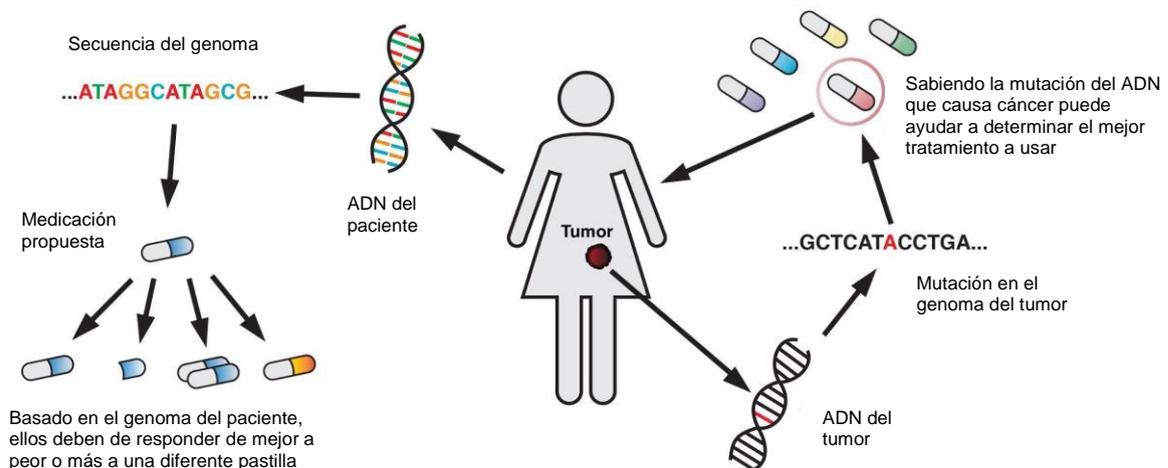
6. *Los diagnósticos pueden detectar enfermedades infecciosas y ayudarnos a prevenir su propagación. Los diagnósticos para los problemas sociales a largo plazo son importantes, pero el tiempo se vuelve mucho más importante para las epidemias de infecciones que pueden transmitirse rápidamente de persona a persona. Desde las plagas de la Edad Media a la actual pandemia de*

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

COVID-19, las enfermedades infecciosas de transmisión rápida tienen la capacidad de devastar rápidamente poblaciones locales, nacionales e incluso mundiales. En el caso de las enfermedades que se transmiten de persona a persona, la mejor forma de frenar la propagación es mantener a los enfermos aislados de la población general (*véase el tema "Transmisión de infecciones por aerosol" para un tratamiento más detallado de este asunto*). Pero ¿qué ocurre con enfermedades como la COVID-19, en la que muchas personas se contagian antes de empezar a mostrar síntomas o nunca los muestran? Aquí es donde el acceso rápido al diagnóstico es fundamental. Cuando alguien recibe un diagnóstico positivo, podemos aislarlo, tratarlo e iniciar un proceso denominado "rastreo de contactos", o determinación de las demás personas con las que ha estado en contacto. Entonces, esas mismas personas pueden ser sometidas a pruebas, diagnosticándolas y aislándolas potencialmente antes de que tengan la capacidad de infectar a otras. De lo contrario, como hemos visto, la situación puede escalar exponencialmente hasta convertirse en una crisis mundial.

7. **Los diagnósticos que secuencian nuestro ADN pueden determinar nuestros factores de riesgo de padecer determinadas enfermedades y contribuir a una revolución de la "medicina personalizada".** A principios de siglo se completó el Proyecto Genoma Humano, que nos proporcionó un modelo de ADN para la información que codifica nuestras células. Aunque sigue siendo complejo desentrañar las diferencias fenotípicas de altura, personalidad, etc. a partir de las diferencias genotípicas en los nucleótidos individuales del código genético, se han producido importantes avances en determinados campos de la medicina para utilizar nuestra composición de ADN con el fin de ayudar a diagnosticar nuestros riesgos de enfermedad. Ciertas mutaciones en los genes BRCA1 y BRCA2, por ejemplo, pueden afectar al riesgo de padecer cáncer de mama o de ovario. Y el campo de la farmacogenómica utiliza su ADN para saber cómo procesará su organismo determinados medicamentos, de modo que su médico pueda recetarle el más adecuado para usted. Incluso el ADN que no es "propio" del cuerpo puede ayudar a tomar decisiones médicas: los tumores pueden secuenciarse para saber qué mutaciones los vuelven locos y cuál es la mejor manera de tratarlos, y los fetos en desarrollo pueden ser examinados *en el útero* para detectar enfermedades genéticas. Sin embargo, debemos recordar que aún queda mucho por aprender y que muchos factores, ya sean ambientales o socioeconómicos, desempeñan un papel importante en la determinación de los riesgos de enfermedad.

Cuadro 5: Diagnósticos para medicina personal



Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Retos

La dimensión microbiana del diagnóstico está relacionada con varios ODS (los aspectos microbianos aparecen en cursiva), entre ellos

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

- **Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible** (*acabar con el hambre y la malnutrición, aumentar la productividad agrícola*). Grandes cantidades de los alimentos producidos en el mundo se desperdician debido a la infección por enfermedades animales o vegetales. Aumentando el uso del diagnóstico en el entorno agrícola, podemos contribuir a limitar este desperdicio y, por tanto, a disponer de más alimentos para combatir el hambre en el mundo. Poder detectar mejor enfermedad potencialmente devastadora también aumenta la seguridad alimentaria.
- **Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades** (*mejorar la salud, reducir las enfermedades prevenibles y las muertes prematuras*). La capacidad de detectar y diagnosticar precozmente enfermedades potencialmente mortales es uno de los factores más importantes para prevenir las muertes prematuras. Puede tratarse de diagnósticos realizados a partir de muestras clínicas en la consulta del médico o en un hospital. Sin embargo, la creciente tendencia a los diagnósticos "en el punto de atención" permite la detección en el hogar o en lugares remotos. Algunos de los ejemplos más conocidos en la actualidad son los **glucómetros** para medir la **glucosa en sangre** en pacientes **diabéticos** y las **tiras reactivas de embarazo** para la planificación familiar. Otras pruebas de venta libre pueden medir el colesterol o analizar la función hepática o la presencia de drogas ilícitas. Sin embargo, el aumento del uso de diagnósticos en el punto de atención seguirá contribuyendo a mejorar la salud en todo el mundo, sobre todo combinado con tele consultas con profesionales médicos, que pueden traducir el resultado de la prueba en la mejor opción de tratamiento. Además, el actual impulso de los diagnósticos rápidos en el punto de atención para la COVID-19 bien puede crear un nuevo entorno que facilite una migración más rápida de las pruebas de la mesa de laboratorio a la cabecera del paciente.
- **Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos** (*garantizar el agua potable, proteger los ecosistemas relacionados con el agua, mejorar la gestión del agua y el saneamiento*). Los diagnósticos que detectan metales pesados y patógenos son vitales para garantizar la seguridad de los suministros de agua potable de las comunidades. Esto es especialmente importante en muchas partes del mundo, donde los patógenos transmitidos por el agua constituyen una grave amenaza. Al poder realizar pruebas tanto a nivel local (en lugares a pequeña escala como un pozo) como más amplio (en plantas de tratamiento de agua y saneamiento), podemos garantizar la seguridad del agua potable.
- **Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos** (*promover el crecimiento económico, la productividad y la innovación, la empresa y la creación de empleo*). El desarrollo de diagnósticos requiere invertir una gran cantidad de horas de investigación y financiación. Sin embargo, el beneficio económico global de invertir en nuevos y mejores diagnósticos produce un efecto positivo general para la comunidad. Además, estos sectores pueden ayudar a promover el empleo productivo y el crecimiento económico sostenible.
- **Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles** (*frenar los brotes de enfermedades infecciosas, garantizar el suministro de agua y alimentos seguros*). A medida que una parte cada vez mayor de la población mundial se urbaniza, el número de seres humanos con los que se está en contacto aumenta en consecuencia, lo que convierte a las ciudades en focos potenciales de transmisión de enfermedades infecciosas. Para

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

garantizar su seguridad y capacidad de recuperación, es crucial realizar pruebas adecuadas con medios de diagnóstico que ayuden a frenar la progresión de cualquier brote de enfermedad.

- **Objetivo 12. Garantizar pautas de consumo y producción sostenibles** (*lograr prácticas de producción y uso/consumos sostenibles*). Parte del esfuerzo para lograr un consumo y una producción sostenibles consiste en reducir los residuos de lo que producimos. El diagnóstico de enfermedades en el ganado y los cultivos puede ayudar a reducir la producción total necesaria. Sin embargo, tras su uso, muchos diagnósticos se convierten en residuos, por lo que es importante un diseño ecológico que respete los principios y prácticas de la **economía circular**.
- **Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos mediante la regulación de las emisiones y el fomento del desarrollo de energías renovables** (*reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar las consecuencias del calentamiento global*). La capacidad de detectar las emisiones de gases de efecto invernadero es vital para tener una medición de nuestra contribución total a la sociedad. Además, los laboratorios de investigación que crean diagnósticos deben esforzarse por limitar la energía que consumen y, por tanto, su huella de carbono.
- **Objetivo 15. Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de forma sostenible los bosques, luchar contra la desertificación y detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de biodiversidad** (*reducir la sobreexplotación agrícola y la degradación de las tierras*). Con el fin de proteger la tierra utilizada para cultivar y criar ganado, debemos asegurarnos de que la tierra que se utiliza se emplea de forma que se minimicen los residuos. Emplear diagnósticos para regular la salud de plantas y animales es clave en este empeño.

Posibles Implicaciones para las Decisiones

1. Individual

- a. Determinar con el médico qué enfermedad se puede tener y cuál es la mejor manera de tratarla
- b. Decidir si secuenciar o no su ADN para personalizar mejor su plan médico
- c. Hacerse la prueba de una enfermedad infecciosa ayuda a determinar si se puede salir a la calle con seguridad o si es necesario autocuidarse en casa.
- d. *Parámetros no microbianos: costes financieros de las visitas al médico y las pruebas, acceso y disponibilidad de los servicios sanitarios, coste de la medicación.*

2. Políticas comunitarias

- a. Ayudar a frenar la propagación de enfermedades infecciosas en la comunidad
- b. Mantener la salud general de los ciudadanos
- c. *Parámetros no microbianos: apoyo a los médicos locales y otros trabajadores sanitarios*

3. Políticas nacionales en materia de diagnóstico

- a. Garantizar la realización de pruebas adecuadas durante los brotes de enfermedades infecciosas
- b. Establecer políticas sanitarias que garanticen la disponibilidad de las pruebas
- c. Análisis de los alimentos para detectar microbios patógenos
- d. Protección del suministro de agua potable
- e. Asignación de fondos de investigación para desarrollar nuevos diagnósticos
- f. Almacenamiento de diagnósticos para posibles brotes futuros
- g. *Parámetros no microbianos: políticas relativas a la reglamentación del seguro de enfermedad o la*

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

medicina socializada.

Participación de los alumnos

1. *Debate en clase sobre las cuestiones relacionadas con el diagnóstico*

- a. ¿Es mejor saber que se tiene un problema de salud o no saberlo?
- b. El despliegue de diagnósticos tiene un precio. Con un presupuesto sanitario limitado, ¿es mejor centrarse en el despliegue de diagnósticos baratos para mejorar la salud ahora, o invertir en el desarrollo de otros nuevos pero caros que sólo puedan utilizarse en el futuro, e inicialmente sólo para unas pocas personas? ¿O deberíamos llegar a un compromiso y hacer ambas cosas, pero a menor escala?

2. *Sensibilización de los alumnos*

- a. Los diagnósticos tienen muchas consecuencias positivas para los ODS. ¿Cuáles son las más importantes para usted personalmente / como clase?
- b. ¿Se le ocurre qué se podría hacer para garantizar una mayor disponibilidad de diagnósticos durante una epidemia?
- c. ¿Se te ocurre algo que puedas hacer personalmente cuando te enfermas?

3. *Ejercicios*

- a. Un misterioso brote del virus X se extiende por todo el país. Algunas personas infectadas requieren hospitalización inmediata, mientras que otras parecen no presentar ningún síntoma. ¿Cómo podrían utilizarse los diagnósticos para poner fin a esta epidemia?
- b. La secuenciación de nuestro ADN tiene el potencial de mejorar nuestra salud al conocer mejor nuestros riesgos de padecer ciertas enfermedades o qué medicamentos debemos tomar, sin embargo, a muchos les preocupan los problemas de privacidad que supone tener la información de nuestro ADN en manos de empresas y gobiernos. ¿Qué políticas pueden aplicarse para garantizar la seguridad de nuestros datos médicos personales?
- c. A medida que los diagnósticos se abaratan y estén más disponibles para su uso en el hogar, también aumentará la cantidad de residuos que producen. ¿Cómo podemos garantizar la sostenibilidad de los diagnósticos sin contribuir a la contaminación?

Base empírica, lecturas complementarias y material didáctico

1. Uso de plaguicidas, Métodos de diagnóstico vegetal, Proceso de diagnóstico de enfermedades vegetales, Recursos sobre enfermedades vegetales para educadores, Diagnóstico de enfermedades animales
2. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) sobre seguridad alimentaria, "Bad Bug Book" de la FDA de EE.UU. sobre patógenos transmitidos por los alimentos, herramientas de diagnóstico de enfermedades transmitidas por los alimentos, artículo de la revista Time sobre retiradas de alimentos, ¡recursos de la campaña Fight BAC! para escolares, respuesta a patógenos transmitidos por los alimentos de la red CORE de la FDA.
3. Dentro de la crisis del agua de Flint, Normativa de la FDA estadounidense sobre contaminantes químicos y microbianos del agua, Sustancias químicas de la OMS que más preocupan a la salud pública, Dos estudios de caso sobre métodos de evaluación de la calidad del agua.
4. Detección de COVID-19 en aguas residuales, John Snow - Padre de la Epidemiología, normativa de la FDA estadounidense sobre contaminantes químicos y microbianos del agua, higiene del saneamiento del agua de la OMS, 7 enfermedades más comunes transmitidas por el agua.
5. Biomarcadores diagnósticos, Lista de la OMS de diagnósticos in vitro esenciales, Recursos de vídeo TDR de la OMS, Guía de la OMS para seleccionar una prueba diagnóstica, Tipos

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

- de pruebas COVID-19, La carrera por una prueba COVID-19 que se pueda hacer en casa
6. Directrices de los US CDC para el rastreo de contactos de COVID-19, Pruebas de diagnóstico y rastreo de contactos de COVID-19 con teléfonos inteligentes, Vídeo de Vox sobre la infecciosidad de COVID-19, Recursos de los US CDC para profesores, Movimiento de educación epidemiológica para alumnos de secundaria y bachillerato, Estudios de casos de epidemiología en el aula de los US CDC, Recursos para el aula de Body and Mind (BAM!) de los US CDC, Juego en línea y aplicación "Resuelve el brote" de los US CDC, Epidemiología: Resolver el brote
 7. Plan de clase sobre factores de riesgo ambientales y genéticos, Recursos para profesores del Proyecto de Medicina Personalizada, Medicina personalizada para el tratamiento del cáncer, Límites de la medicina genómica basados en las disparidades socioeconómicas.

Glosario

Epidemia de cólera del siglo XIX - El brote de cólera de Broad Street de 1854 fue uno de los varios brotes que se produjeron durante la pandemia de cólera de mediados del siglo XIX, cuando el médico Jon Snow demostró que la enfermedad se propagaba a través del agua contaminada y no a través del aire.

Analitos - Moléculas específicas de interés, secuencias de ácidos nucleicos y proteínas, y moléculas tóxicas no biológicas presentes en el cuerpo humano o en el medio ambiente que pueden medirse para determinar la presencia de una enfermedad o prevenirla.

BRCA1 y BRCA2 - Genes supresores de tumores cuyas mutaciones aumentan significativamente el riesgo de cáncer de mama y ovario.

Cadmio - Metal blando utilizado históricamente en pilas y pinturas que tiene numerosos efectos tóxicos para la salud humana.

Riesgo cardiovascular - Nivel de riesgo de padecer numerosas enfermedades cardiovasculares, como ictus, infarto de miocardio e hipertensión.

Economía circular - Sistema económico diseñado para reducir los residuos mediante la reutilización y el reciclaje de materiales.

Sistemas alimentarios comerciales - Los sistemas comunitarios, nacionales e internacionales utilizados para distribuir los productos agrícolas y ganaderos a las tiendas en las que se pueden adquirir comercialmente.

Rastreo de contactos - Proceso de determinar todos los individuos con los que una persona infectada puede haber estado en contacto recientemente, con la esperanza de aislarlos y someterlos a pruebas para evitar una mayor propagación de la enfermedad.

COVID-19 - La enfermedad Coronavirus 2019, causada por el virus SARS-CoV-2, que se extendió en una pandemia mundial a partir de principios de 2020.

ADN - El ácido desoxirribonucleico es una serie de nucleótidos que actúan como conjunto de instrucciones para una célula *Diagnóstico* - Las herramientas utilizadas por los profesionales médicos y los consumidores para medir los niveles de biomarcadores para detectar, tratar o ayudar a prevenir enfermedades.

disentería - Enfermedad gastroentérica con varios posibles orígenes patógenos que provoca diarrea con sangre.

Seguridad alimentaria - Los sistemas y leyes vigentes para ayudar a mitigar las interrupciones o la escasez en el suministro de alimentos.

patógeno transmitido por los alimentos - patógenos que pueden transmitirse a través de alimentos contaminados

gen - Segmento de ADN que codifica la producción de una proteína determinada

genotípico - Composición de los genes que codifican las características expresadas o fenotípicas de un organismo.

Giardia - Parásito microscópico que se encuentra en el agua contaminada con heces y causa

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

diarrea.

glucómetro - Dispositivo electrónico utilizado para medir los niveles de glucosa en sangre

Niveles de glucosa: concentración de glucosa en la sangre que deben controlar sistemáticamente los diabéticos.

homeostasis - Estado estable de los niveles físicos, biológicos y químicos de un organismo que se alteran en estados de enfermedad.

Proyecto Genoma Humano - Colaboración internacional de investigación científica iniciada en 1990 cuyo objetivo era completar la primera secuencia de ADN de un genoma humano (finalizada en 2003).

in utero - Del latín "antes del nacimiento", utilizado para referirse a un feto durante el embarazo.

Enfermedad infecciosa - Enfermedad transmitida entre individuos por microorganismos patógenos como bacterias, virus, parásitos u hongos.

Arsénico inorgánico - Formas muy tóxicas de arsénico que no están unidas al carbono, como el arsénico orgánico, que es inofensivo.

Plomo - Metal pesado que presenta altos niveles de toxicidad y puede causar daños neurológicos.

mercurio - Metal pesado que puede filtrarse en las reservas de agua o acumularse en peces de gran tamaño y causar neurotoxicidad en los seres humanos.

moléculas - Colecciones de átomos unidos que forman la base de la química.

métodos microbiológicos - amplia gama de técnicas que se utilizan tanto para estudiar los mecanismos funcionales de la biología como para desarrollar nuevos diagnósticos.

Microbioma - Conjunto de diferentes microorganismos que se encuentran en el intestino y en la superficie del cuerpo y que influyen en la salud de los seres humanos y de otros organismos.

abastecimiento municipal de agua - Red centralizada de tratamiento y reciclaje de agua que suministra agua potable a los ciudadanos de una comunidad

Enfermedades neurológicas - Enfermedades que afectan a los nervios del cerebro, la médula espinal o las extremidades periféricas.

Ácido nucleico - Uno de guanina, citosina, adenina, timina o uracilo (G, C, A, T o U) que constituyen el "lenguaje" en el que se escribe la información en el ADN o el ARN.

Firma de ácido nucleico - Presencia o ausencia de ADN o ARN característico de un determinado estado o enfermedad.

salida - La forma en que se interpreta un diagnóstico, ya sea una salida numérica digital, un cambio de color o la aparición de una línea en una prueba de embarazo.

pandemia - Brote de una enfermedad que se ha extendido hasta convertirse en una crisis mundial

Escherichia coli patógena - Una de las cepas de la bacteria *Escherichia coli* que provoca enfermedades en los seres humanos.

Medicina personalizada: plan médico para un paciente basado en su composición genética única.

fenotípica: expresión externa de la codificación de los genes basada en el ADN, genotípica.

peste - Enfermedad infecciosa causada por la bacteria *Yersinia pestis* que ha provocado algunas de las epidemias más mortíferas de la historia de la humanidad.

Punto de atención sanitaria: diagnóstico que puede utilizarse fuera de un hospital o de la consulta del médico, por ejemplo, en el hogar o en regiones remotas.

proteína - Serie plegada de aminoácidos que produce la célula de acuerdo con el código de ADN de un gen.

firma proteica - Presencia, ausencia o nivel de una proteína concreta en una muestra clínica que puede informar del diagnóstico de una enfermedad determinada

Salmonella - Una de las dos bacterias que causan una enfermedad común y potencialmente

Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

mortal transmitida por los alimentos.

SARS-CoV-2 - El coronavirus responsable de la pandemia COVID-19

sebo - Residuo aceitoso segregado por las glándulas de la piel humana

secuenciación - Método microbiológico utilizado para determinar el orden de los nucleótidos en una secuencia de ADN *socioeconómico* - Relativo a la posición social de una persona en su comunidad y a su nivel de poder económico

esputo - Mucosidad que se expulsa de las vías respiratorias inferiores de los pulmones y que puede utilizarse para diagnosticar enfermedades pulmonares

Objetivos de Desarrollo Sostenible - Una colección de 17 objetivos globales establecidos por las Naciones Unidas en 2015 para ser un "plan para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos"

Triquinas - Grupo de ascárides parásitos que causan la triquinosis, una enfermedad transmitida por los alimentos.

Fiebre tifoidea - Infección bacteriana potencialmente mortal por una especie de *Salmonella*.

Vibrio cholerae - Bacteria transmitida por el agua que causa la enfermedad del cólera, que provoca una diarrea potencialmente mortal.