

La Educación Ciudadana en el Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente

Propuesta para la Educación Secundaria

Eduardo León Zamora

tarea

La Educación Ciudadana en el Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente

Propuesta para la Educación Secundaria

Eduardo León Zamora

tarea

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	
Espejismos e imágenes de la ciencia	7
◆ Mirando a nuestro alrededor	
◆ Usos y abusos de la ciencia	
◆ De historias y revoluciones... en la ciencia	
◆ La neutralidad de la ciencia en cuestión	
◆ Sobre el método científico	
◆ Hacia otra visión de la ciencia	
CAPÍTULO II	
Enseñanza tradicional de la ciencia	19
◆ Mirando a nuestro alrededor	
◆ Los saberes del docente	
◆ Expectativas diferenciadas hacia ambos sexos	
◆ Las ilusiones sobre la experimentación	
CAPÍTULO III	
Nuevas orientaciones	29
◆ Ciencia, tecnología y sociedad: un enfoque para la enseñanza de las ciencias naturales	
◆ Enseñar menos, pero más profundamente	
◆ La investigación en el centro de las ciencias	
CAPÍTULO IV	
La enseñanza de las ciencias naturales	39
◆ Mirando a nuestro alrededor	
◆ Nuestra idea de ciudadanía	
◆ ¿Por qué una perspectiva de educación ciudadana para la enseñanza de las ciencias?	
◆ Repensando los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales	
◆ Orientaciones básicas de una perspectiva de educación ciudadana en la enseñanza de las ciencias naturales	
◆ El uso del lenguaje científico	
CAPÍTULO IV	
Diseñando una unidad de aprendizaje	51
BIBLIOGRAFÍA	75

Este material para docentes, que forma parte del **Módulo de desarrollo curricular del eje “Conciencia democrática y ciudadanía”**, representa un esfuerzo institucional por contribuir a la construcción de un proyecto educativo democrático en la escuela pública peruana. Se inscribe en nuestro afán de crear condiciones propicias para la transformación del quehacer educativo desde una visión propia, dialogante y receptora de aportes teóricos y prácticos de diversos campos del conocimiento.

Además del presente fascículo, el módulo comprende un *Enfoque general y curricular*, y tres fascículos que desarrollan el eje de Educación Ciudadana en las áreas de *Comunicación, Ciencias Sociales y Matemática*.

En el fascículo *Educación ciudadana en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente* presentamos el aporte de la educación ciudadana a la enseñanza de las ciencias, y lo que ésta, a su vez, puede aportar a la formación ciudadana. Nos interesa ver cómo, en las sociedades modernas y no modernas de este mundo de inicios de siglo, la ciencia y su hermana la tecnología marchan por un carril que no se encuentra aislado: ambas están estrechamente relacionadas con múltiples aspectos de la vida pública, social y privada de nuestra especie.

En los dos primeros capítulos del fascículo analizamos los elementos necesarios para pensar en la naturaleza de la ciencia y las imágenes construidas a su alrededor. Abordamos las visiones esquemáticas de ciencia que es necesario superar, así como las ilusiones de la experimentación. En el tercer capítulo nos ocupamos de la articulación entre ciencia, tecnología y sociedad, y la importancia de la investigación en el centro de las ciencias. En el cuarto capítulo reflexionamos acerca del sentido de la educación en general y de la enseñanza de las Ciencias Naturales en particular. Finalmente presentamos una propuesta para el diseño de unidades de aprendizaje que incorporen los asuntos públicos en el área.

En términos de uso, si bien este fascículo constituye una unidad, sus capítulos y textos pueden usarse en forma independiente, de acuerdo con las necesidades de cada persona interesada, tanto para la lectura autoformativa personal como para jornadas pedagógicas en los colegios o en círculos de estudio.

TAREA desarrolla desde 1997 una perspectiva de educación ciudadana democrática para la escuela, a partir de un sostenido trabajo de capacitación docente y de líderes estudiantiles, elaboración de materiales, promoción, investigación, formulación de lineamientos de políticas y organización de eventos de reflexión colectiva entre los agentes educativos del medio.

Los textos recogen perspectivas, opciones, saberes, experiencias y aspiraciones que se han ido entrelazando en el diálogo y la reflexión colectiva al interior del equipo del Área de Educación Ciudadana de TAREA, integrado por Estela González, Jacobo Alva, Lilia Calmet, José Luis Carbajo,

1

Espejismos e imágenes de la ciencia



EL PROGRESO DE LA CIENCIA HA IMPULSADO EL DESARROLLO ECONÓMICO



EL MODELO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO HA CAUSADO GRAVES DAÑOS ECOLÓGICOS



LA CIENCIA HA IMPULSADO UNA FORMA DE VIDA Y UNA VISIÓN DEL MUNDO



QUE ARRASA CON LA NATURALEZA Y CON OTRAS CULTURAS



LA CIENCIA SE HA CONSTITUIDO EN LA RACIONALIDAD Y SENTIDO COMÚN DE LA ÉPOCA



SIN EMBARGO EL COMPROMISO DE LA CIENCIA CON LA INDUSTRIA BÉLICA HA SIDO NOTORIO



Expreso mi punto de vista

1. ¿Por qué se ve a la ciencia como la vía de progreso de la humanidad?
2. ¿Compartes esa visión de la ciencia? ¿Por qué?
3. ¿Qué problemas le plantea el abuso de la ciencia a la visión de progreso?
4. ¿Por qué se llega a un mal uso de la ciencia?
5. ¿Qué conclusiones sacas de estas dos imágenes que se te presentan sobre la ciencia?

De historias y revoluciones... en la ciencia

Sobre las ciencias naturales teníamos una bonita historia: desde la oscuridad del medioevo, con el esfuerzo tesonero de los primeros científicos, se fue abriendo paso una luz que daba cuenta de los hechos que tenían lugar en el mundo y que no debían ser explicados desde la cosmovisión religiosa que impregnaba el orden social, político, moral y jurídico de aquellos tiempos.

Los científicos (así, en masculino) impusieron la observación y la experimentación como una nueva forma de acceder a un conocimiento distinto al que imperaba en aquella época. Galileo es el héroe de esta historia. Newton (descontando los deslices provocados por su fe), una intensa luz en el horizonte del nuevo saber. Einstein, el *sumum* del conocimiento contemporáneo. También teníamos momentos singulares: el descubrimiento de la radiactividad (para tragedia del Japón y júbilo de las personas con cáncer), el surgimiento de la física cuántica y, para fines del milenio, el proyecto GENOMA HUMANO (que generará mucho dinero a sus impulsores).

En esta gran historia se destaca, por supuesto, el progreso inintermitido del conocimiento, venciendo todas las barreras hasta llegar a la verdad: una historia épica que no vamos a contar aquí. Ésta es, más bien, una vulgar y brevísima síntesis de la historia que nos habían contado sobre la ciencia. Pero la historia es, por supuesto, mucho más larga y más compleja. Y de ella se quiso ocupar cierto físico norteamericano llamado Thomas Kuhn, quien despertó la vocación peligrosa de hacer historia de la ciencia, hecho que ha causado enormes preocupaciones y posibilidades muy ricas de mirar las cosas desde diferentes ángulos.

En 1962 Kuhn publicó “La estructura de las revoluciones científicas”, un libro que se encarga de hablarnos de la ciencia como la viven de verdad los científicos y las científicas. Así, rompió con la tradición de mirar la ciencia como si se tratara de un espíritu. Él quiso hablar de lo concreto, de la forma en que efectivamente trabaja la gente de mandil blanco. Le interesaba particularmente ver cuál era la racionalidad del progreso científico, cómo progresaba la ciencia. Sus resultados fueron sorprendentes.

Este norteamericano llegó a las siguientes conclusiones:

- 1 ■ **La ciencia no progresa acumulativamente, como siempre se había afirmado. La ciencia no es el gran edificio del conocimiento construido ladrillo a ladrillo por científicos y científicas. La ciencia se desarrolla a partir de los cambios de paradigma.** Y los paradigmas son un conjunto de esquemas conceptuales, teorías, creencias, procedimientos y técnicas que orientan el quehacer científico en un momento histórico. Los paradigmas se ocupan de distintos problemas y tienen distintos modos de enfocar la realidad.

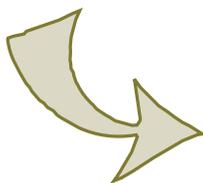
¿Qué características te imaginas que han de tener aquellas personas que rompen con un paradigma tradicional en un determinado campo de la ciencia?

2. Hay dos tipos de ciencia: la ciencia normal, regida por el paradigma hegemónico, aquel que tiene validez en un determinado momento; y la ciencia revolucionaria (usado este término sin connotación política alguna), caracterizada por una actitud y acción de rompimiento que permite el surgimiento de nuevas teorías, procedimientos, técnicas, etc. que innovan el quehacer científico.

3. No hay relación de superioridad/inferioridad entre un paradigma y otro. Los paradigmas son inconmensurables. La opción por uno u otro depende de la decisión de las comunidades científicas.

¿Consideras que es posible construir una historia objetiva de las ciencias?
¿Cómo?

Estos inocentes hallazgos generaron una gran hecatombe en la corporación científica de aquellos años. En verdad, hasta ahora provoca hecatombes porque es un hueso duro de roer eso de que la ciencia no progresa con el uso del método científico, sino que se transforma por cambios de paradigma; que los paradigmas científicos se ocupan de diferentes problemáticas y crean su propio objeto de estudio; y que se opta por un paradigma u otro por consenso (muy democráticos los científicos y las científicas) y no mediante la comprobación de una teoría o el descubrimiento de algún hecho excepcional.



Este señor, sin quererlo, se trajo abajo la imagen del científico artesanal y solitario del siglo XVIII que trabajaba encerrado en su laboratorio, y nos tiró a la cara la imagen de una comunidad científica del siglo XX, organizada jerárquicamente, gestionada empresarialmente, comprometida con intereses económicos y políticos, ávida de cuotas de poder en revistas especializadas, universidades o sociedades científicas, y compitiendo ferozmente por legitimar sus teorías a costa de codazos y zancadillas. Por supuesto que Kuhn no lo dijo así, con tal visceralidad, pero sin duda sintieron que alguien les quitaba el disfraz del mandilito blanco sin ningún recato.

Haz un listado de tus ideas sobre la ciencia que han sido afectadas por las conclusiones de Kuhn. Explica cómo han sido afectadas y qué posición asumes al respecto.

Kuhn (él mismo un científico; físico, además) intentó retractarse. Nunca se propuso aguar la fiesta de las comunidades científicas, sino simplemente explicar cómo progresa el conocimiento. Intentó decir que no había querido afirmar lo que dijo sino algo diferente, pero no pudo borrar el libro que ya había leído media humanidad. Además lo que decía era cierto, terriblemente cierto.

De entonces en adelante la historia de la ciencia ya no fue la misma, pero por supuesto siguió circulando la versión “bonita” de la historia de la ciencia. El filósofo Mario Bunge ha sido el mejor contador de este cuento de hadas entre nosotras y nosotros, docentes que amamos la ciencia y nos formamos en esta tradición, creyendo en una historia, en unos personaje y en unos momentos bonitos de la ciencia que es necesario reconstruir con rigurosidad y amor a la verdad.

La neutralidad de la ciencia en cuestión

La expansión de la revolución industrial, el auge del colonialismo, la mayor participación laboral de la mujer y la difusión de los principios de ciudadanía eran parte del escenario en que la ciencia adquiría su madurez y legitimidad. El orden social, político y económico de entonces, pensado en función de los intereses de los poderosos, estaba amenazado.

Los discursos que cimentaban el viejo régimen debían ser reemplazados por un nuevo saber: el saber de la ciencia. Ya no era posible legitimar las situaciones de dominación e injusticia como designios divinos. Era necesaria una nueva base para sustentar la inferioridad de la gente de color (pueblos colonizados), de las mujeres y de las personas pobres a fin de evitar un desborde.

No nos debe llamar la atención entonces que muchas teorías científicas de los siglos XVIII y XIX estén cargadas de racismo y misoginia (rechazo enfermizo a las mujeres). Precisamente las ciencias biológicas y médicas expresan con claridad una persistente intención de demostrar una supuesta debilidad biológica y mental de la mujer; así como los “claros signos de inferioridad de la raza negra” y otras consideradas inferiores a la blanca.

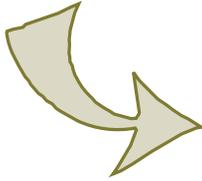
Incluso hoy en día de tiempo en tiempo surge alguna teoría que trata de mostrar diferencias sustantivas entre el cerebro de los negros y el de los blancos; entre la bioquímica del metabolismo en la mujer y el hombre; entre el coeficiente intelectual de tal o cual grupo de personas. **La obsesión por diferenciarse, jerarquizar y medir es parte de una forma de ver la vida que la ciencia ha asimilado como su propia lógica de un orden centrado en un patrón o modelo ideal: ser hombre, blanco y occidental.**

Efectivamente, como lo han señalado Merchant, Jordanova y Keller, la ciencia se ha construido desde una visión androcéntrica (centrada en el varón) y ha heredado de ésta su ideal de omnipotencia, racionalidad, arrojo y seducción. En otras palabras, las características atribuidas a los varones han sido trasladadas a la práctica científica. Por eso, al igual que los varones, la ciencia es omnipotente, racional, valiente y seductora.

Esta construcción social de la imagen de la ciencia ligada a la masculinidad ha tenido un proceso complejo y lento, pero claramente ubicable en la historia. Por ejemplo, la imagen de la naturaleza como madre tierra vigente en el medioevo se transformó en la imagen de la naturaleza como mujer deseada, salvaje, misteriosa que era necesario descubrir, controlar, penetrar y aprovechar. Quedaba claramente expresado que la identificación de la naturaleza con la mujer hacía de la empresa científica un quehacer eminentemente masculino. Como se ve, incluso las imágenes construidas sobre la realidad, la naturaleza o la misma ciencia están fuertemente impregnadas de valores nada neutrales.

¿Cuál de estos factores que afectan la neutralidad de la ciencia son comunes en tu realidad cotidiana?

Esta estrecha vinculación entre ciencia y poder no sólo se expresaba de este modo. Las mujeres fueron abiertamente excluidas del quehacer científico. Se les ridiculizaba y menospreciaba cada vez que se atrevían a entrometerse en “cuestiones de hombres” a pesar de sus agudos puntos de vista y hallazgos. Aquellas que pudieron dar a conocer sus grandes cualidades de investigadoras, lo hicieron en las condiciones más precarias y estresantes, como autodidactas ocultas y luchando contra todo tipo de barreras.



Los pueblos colonizados han sido igualmente marginados del acceso al quehacer científico y tecnológico. La historia muestra los esfuerzos de las metrópolis por impedir el desarrollo educativo y tecnológico de los países dominados. Cualquier forma de conocimiento alternativo o tradicional fue y es descalificado porque no puede incluirse en el formato del conocimiento occidental. Por otro lado, en la actualidad, el abuso referido al uso de patentes para inventos y descubrimientos científicos impide a muchos países pobres la posibilidad de atender urgentes necesidades de sus poblaciones.

Bajo tu punto de vista, ¿será posible construir un conocimiento científico neutral? ¿Cómo?

La ciencia, como las religiones, tiene su credo, sus iglesias, sus sacerdotes y sus fieles. La imagen que hemos construido de ella, es la del credo: una ciencia inmaculada, de principios, de valores, de promesas de salvación. Sin embargo, el quehacer científico nos muestra una empresa sesgada por intereses económicos, motivaciones políticas y desviaciones morales que validan diversas situaciones de abuso y discriminación.

Aun en la actualidad hay frecuentes denuncias de sesgos discriminatorios en la selección de problemas de investigación, en la determinación de métodos y técnicas que inducen a demostrar hipótesis, en la experimentación o en la presentación de resultados. En todo ello, influyen los prejuicios, los valores y los intereses de las personas que financian, dirigen e investigan, lo cual afecta la calidad de los resultados.

¿Crees que un conocimiento moral y políticamente orientado hacia el bien común es científico?

Los programas científicos dejaron ya, hace muchísimo tiempo, de gestarse en la mente iluminada de un hombre o una mujer de ciencia. Este tipo de determinaciones están hoy en día en manos de las grandes empresas privadas, de las universidades más importantes o de los estados más poderosos. Las personas dedicadas a la ciencia están sujetas a sus decisiones. La ciencia está más asociada al lucro y al poder que a las grandes necesidades de la humanidad y al auténtico afán de conocimiento que ha guiado a sus más importantes representantes. Y ojo: tampoco el fraude está ausente en la ciencia moderna.

El énfasis en la Metodología es característico de un mundo que busca la confianza en las formas porque no tiene contenidos estables en los que creer.

Pérez Soto

Gran parte del mito de la ciencia ha sido construido alrededor de una manera insuperable de alcanzar el conocimiento: el método científico. Sin embargo, desde hace varias décadas se ha puesto en cuestión el carácter infalible y riguroso del mismo, su papel, la aceptación de su existencia en singular, o, en el caso más radical, la existencia del mismo.

La propia historia de la ciencia¹ nos devela que el mismísimo Galileo, padre del método experimental, violó las reglas de rigurosidad, veracidad y exactitud atribuidas al proceder de la gente de ciencia. Es más: muchos de sus más famosos experimentos –como el de la torre de pisa o el del plano inclinado– jamás fueron realizados. El enfrentamiento con sus adversarios aristotélicos tuvo en la retórica de Galileo un apoyo mucho más contundente que en sus imaginados experimentos.

Se podría atribuir estos deslices del genio al carácter precursor de su quehacer o a la imposibilidad de contar con instrumentos de medición que dieran cuenta de la exactitud de los hechos registrados en el experimento. Pero lo que queda claro es que también la ciencia, en sus albores, tuvo su pecado original y sobre éste se han construido muchos más.

Sin embargo, la idea del MÉTODO CIENTÍFICO ha sido un antídoto permanente contra toda duda sobre su falibilidad y rigurosidad.

¿Es perjudicial o favorable para la ciencia la crítica del método científico?

Para Pérez Soto² el método científico cumple específicamente un papel de ideología:

“Los científicos creen que tienen y usan un método. No se podría ser un científico realmente si no se creyera que hay algo definido y general a lo que se puede llamar ‘método’. O, incluso, difícilmente alguien sería reconocido como científico si no presentara sus conclusiones de manera metodológica [...] Todo esto puede entenderse si notamos que el método científico no es lo que los científicos hacen sino lo que los científicos creen que hacen. El método científico no es la esencia sino la conciencia de la ciencia. ¿Mienten los científicos? No [...] El método es el lenguaje en que los científicos se comunican, es la manera en que se autorizan unos a otros. Es la manera en que autorizan su legitimidad frente a los legos, es la manera en que se distribuyen las jerarquías, es,

¹ Di Trocchio, Federico. *Las mentiras de la ciencia*, Madrid: Alianza Editorial, 1998.

² Pérez Soto, Carlos. *Sobre un concepto histórico de ciencias*, Santiago de Chile: Ediciones Lom. 1998.

en resumen, lo que creen que son. Es la manera en que legitiman su poder internamente y ante los demás”.

Volvemos a citar a Pérez Soto, quien añade que “esto quizás es explicable si aceptamos que **la metodología no es una forma de producir conocimiento, sino más bien una forma de racionalizarlo**. Pero, aún más que racionalizar, lo que la metodología obtiene es ordenar, dar forma al saber, es decir, administrarlo. Si pensamos esto mismo en el sentido inverso veremos por qué el metodologista se parece tanto al burócrata: confunde la administración con la producción...”.

Con respecto a la idea de que si el método científico es uno solo, una autora como Harding³ nos remite a la realidad del quehacer científico mostrándonos que **es imposible ver un modelo común de método en áreas tan disímiles como la astronomía, la genética y la física de altas energías, por ejemplo**. Por su parte, Pérez Soto nos dice que “Hay técnicas programa por programa, pero no hay un método científico común. Desde luego, hay técnicas de investigación, y cada programa se da a sí las técnicas que son consistentes con su centro firme, con la problemática que se ha definido, pero no hay nada parecido a un método científico que se pueda enseñar en abstracto, aplicable a cualquier objeto...”.

¿La inexistencia de un método científico, así en general, qué efectos tendría en tu manera de pensar sobre las ciencias?

En ese sentido, resulta más conveniente, realista y fidedigno hablar de los métodos científicos que de *el método científico*. Dar cuenta de esta pluralidad es sumamente enriquecedor para las mismas ciencias. Además es sabido que la validez de las investigaciones científicas está dada por la aprobación de las comunidades científicas y no por apelación alguna a la *utilización de un método científico*.

Finalmente es indispensable referirse a Feyerabend,⁴ quien tuviera una postura radicalmente crítica hacia la ciencia y el papel que ésta cumple en la sociedad moderna. **Este filósofo y matemático de origen austríaco rechaza la imposición del empirismo que se funda en los hechos y la observación. Por sobre éstos pone de relieve, al igual que lo hiciera Einstein, la preeminencia de la imaginación creadora**. Leamos lo que él nos dice:

“Resulta claro, pues, que la idea de un método fijo, o la idea de una teoría fija de la racionalidad, descansa sobre una concepción excesivamente ingenua del hombre y de su contorno social. A quienes consideren el rico material que proporciona la historia, y no intenten empobrecerlo para dar satisfacción a sus más bajos instintos y a su

³ Harding, Sandra. *Ciencia y feminismo*, Madrid: Ediciones Morata, 1996.

⁴ Feyerabend, Paul. *Tratado contra el método*.

deseo de seguridad intelectual con el pretexto de claridad, precisión, 'objetividad', 'verdad', a esas personas les parecerá que sólo hay un principio que puede defenderse bajo cualquier circunstancia y en todas las etapas del desarrollo humano. Me refiero al principio todo sirve."

La proposición de este autor parte nada menos que del propio desarrollo de las ciencias; él reconoce que justamente la ruptura ocasional de las normas de la ciencia ha dado lugar a los capítulos más creativos e intensos de la misma.

Al lado de Feyerabend es necesario aludir al físico norteamericano Mc Cutchen, quien advierte sobre el desarrollo actual de las ciencias en ese país, amenazado por la presencia de científicos mediocres que ocupan los cargos que controlan la financiación de las investigaciones. Éstos deciden financiar sólo los proyectos que alcanzan su capacidad de comprensión, discriminando de ese modo proyectos imaginativos y de gran potencial innovador.⁵

Este ejemplo sirve para iluminarnos sobre la necesidad de criticar una comprensión pobre y deformada del método científico, altamente perjudicial para el progreso de las ciencias.

¿Qué crees que significa "todo sirve" para Feyerabend?

¿Qué papel cumple el método científico en las ciencias de acuerdo con la lectura que has realizado?

Hacia otra visión de la ciencia

A pesar de que la imagen de ciencia que sigue predominando en nuestras sociedades, es una imagen decimonónica (es decir, del siglo XIX), se ha logrado abrir paso una imagen de ciencia que se corresponde más con la práctica real de las científicas y los científicos de estos tiempos.

1 ■ **En primer lugar, la ciencia no constituye un sistema de conocimientos cerrado y concluyente.** Por el contrario, y esto ya lo decía Popper, el conocimiento científico es tal en la medida que puede ser sometido a crítica y evaluación. Todo conocimiento es provisional y puede ser reemplazado (Popper), se producen cambios de paradigmas (Kuhn) o los programas de investigación pierden su carácter progresivo, es decir, su capacidad de predicción (Lakatos). El sentido de la ciencia no está fundamentado en la búsqueda de la verdad, sino en la producción de teorías que puedan dar cuenta de los fenómenos y procesos que tienen lugar en el mundo.

A veces, las leyes que establece la ciencia reflejan más las regularidades de nuestro pensamiento que las que existen en la realidad. No existe aquella racionalidad perfecta del mundo que sólo la ciencia puede captar. El desarrollo de la teoría del caos, por ejemplo,

¿Cuál es el lugar de la teoría en la estructura de la ciencia?

⁵ Di Trocchio, ibíd.

muestra que el entorno es menos racional de lo que la ciencia alguna vez pensó y que es difícil pensarlo solamente en términos de un orden regido por leyes.

- 2.** En segundo lugar, es necesario superar el significado de lo que entendemos por neutralidad porque si no, no podríamos aceptar que es posible el conocimiento científico, en la medida que el quehacer científico es una empresa ligada siempre a intereses ajenos al conocimiento que se expresan a través de él. Esta afirmación, más bien, nos lleva a aseverar que **el conocimiento científico debe ser un conocimiento emancipador. ¿Qué significa esto? Significa que el conocimiento debe comprometerse con la construcción de un mundo en que desaparezca toda forma de discriminación y exclusión. Debe ser un conocimiento vigilante de sí mismo, a fin de garantizar su compromiso político y moral con el bien común.**

¿Qué opinas de la manera en que se entiende la neutralidad?

- 3.** En tercer lugar, la objetividad no se sigue entendiendo como retrato de la realidad. Ya el físico cuántico Heisenberg señaló con claridad que “la ciencia no nos habla de la naturaleza: nos ofrece respuestas a nuestras preguntas sobre la naturaleza. Lo que observamos no es la naturaleza en sí misma, sino la naturaleza a través de nuestros métodos de preguntar”. La objetividad se entiende ligada a los acuerdos y las convenciones que establecen las comunidades científicas.

- 4.** En cuarto lugar, la ciencia empieza a ser comprendida como una forma de conocimiento, ni mejor ni peor que otras. Solamente diferente, sujeta a determinadas reglas y convenciones. Todas las formas de conocimiento son patrimonio de las culturas humanas. La racionalidad científica no resuelve ni responde a todas las búsquedas y preguntas de los seres humanos. Y, por tanto, es necesario circunscribirla a su territorio, dejando lugar también para otras interpretaciones de la realidad y la vida.

¿Qué importancia tiene la creatividad en el avance de la ciencia?

- 5.** En quinto lugar, la ciencia se construye a partir de muy diversos métodos, procedimientos y técnicas establecidos intersubjetivamente por consenso en cada comunidad científica. Esta heterogeneidad da cuenta de la enorme dosis de creatividad e intuición que guía el espíritu científico. **El método científico en singular no existe en la práctica.**

- 6.** En sexto lugar, la ciencia se construye con rigurosidad, pero también con flexibilidad. Es menester hacer uso de reglas y principios éticos dentro de un marco flexible que permita que los nuevos conocimientos surjan, vayan asentándose y adquiriendo mayor con-

sistencia o, en otros casos, que se replanteen los marcos desde los cuales vemos los problemas y su posibilidad de investigación. **La ciencia se ha desarrollado cuando la gente de ciencias ha roto con los moldes, los parámetros y las viejas metodologías, y ha dejado volar su imaginación con libertad y pasión.**

7. En sétimo lugar, la matematización del conocimiento no revela un mayor grado de cientificidad; es simplemente la traducción de un lenguaje a otro de naturaleza más abstracta, la cual es, sin duda muy importante.

8. En octavo lugar, la relación entre ciencia y tecnología es un vínculo nuevo en la historia de la humanidad, que se ha ido estrechando cada vez más. Esto ha generado una visión instrumental de la ciencia. Su valor está en su eficacia, en su aplicabilidad. **Se ha perdido el valor del conocimiento en sí como fuente de comprensión y explicación del mundo en función de un sentido.**

9. En noveno lugar, el conocimiento científico es patrimonio de la humanidad; es un bien público. No es una mercancía que usufructan aquellas organizaciones que financian los programas de investigación. No debe someterse a las reglas del mercado sino a las necesidades de las personas.

10. En décimo lugar, la ciencia no tiene como fundamento la experimentación y la observación. Sí se hace uso de ellas en la investigación, pero **la ciencia se basa en teorías. Su objetivo es producir teorías, teorías que expliquen y permitan comprender la realidad.**

¿Qué consecuencias se pueden deducir por considerar el conocimiento científico como bien público?

¿En qué enriquece tu visión de la ciencia la aproximación que te alcanzamos?

2 Nuevas orientaciones



Expreso mi punto de vista

1. Explica si está fundamentada o no la decisión del profesor de no ir al laboratorio.
2. El docente, ¿usa un lenguaje científico de manera apropiada?
3. ¿Observas algún trato diferenciado del docente hacia sus alumnos y alumnas?
4. ¿Qué opinas de la actitud del profesor frente a las preguntas del alumnado?
5. Señala las características más relevantes de una clase tradicional de ciencias.

Los conocimientos científicos se transforman muy rápido. La cantidad de información que circula en el mundo es enorme. A ella podemos acceder a través de revistas especializadas, internet u otros medios de comunicación. Aquello que estudiamos de adolescentes en el colegio es hoy, en gran parte, información desactualizada. Tampoco se salvan de ser obsoletos muchos conocimientos aprendidos en nuestra formación profesional.

Los profesores y las profesoras, sin embargo, no tenemos un acceso a las mejores informaciones por razones de diversa índole. Nuestro alejamiento de las fuentes directas hace que muchos y muchas colegas sólo tengamos de referencia información de tercera mano. Los libros especializados son caros y complejos. Las bibliotecas escolares no reciben revistas especializadas y sólo contamos, la mayoría de las veces, con los conocimientos que aparecen en los propios textos escolares o con ocasionales capacitaciones.

De allí que no sea extraño escuchar aún en una clase de ciencias en el Perú, en pleno siglo XXI, que son tres los reinos de la naturaleza: animal, vegetal y mineral o que los estados de la materia son el sólido, el líquido y el gaseoso. Muchos profesores y profesoras ignoramos que existen los reinos protista y monera, y que algunos enfoques consideran que los hongos constituyen un reino autónomo de los vegetales o que los virus podrían clasificarse como un reino. Tampoco manejamos información sobre otro estado de la materia, descubierto hace muchísimo tiempo: el plasmático.

Desafortunadamente, esto es producto de que se nos han enseñado conocimientos enlatados en el mismo formato escolar en el que ahora educamos a nuestro alumnado. Por supuesto, hay quienes gracias a su interés, esfuerzo y otras condiciones favorables, han profundizado y alcanzado a comprender diferentes teorías que constituyen los diferentes campos científicos, desechando gran parte de la mala información a la que hemos tenido acceso.

Esta situación hace que nuestras posibilidades reales de trabajar teniendo como referencia información científica no sean muy altas y, en consecuencia, no estemos poniendo a disposición de nuestros alumnos y alumnas información de buena calidad.

A esto se agrega un elemento aún más problemático: la complejidad del conocimiento científico, que es un conocimiento fundamentalmente teórico. A pesar de los sentimientos antiteóricos con los que hemos sido formados como docentes, el hecho inobjetable es que la investigación científica no tiene otro propósito más importante que generar teoría. Ese es su sentido. Sin teoría, el conocimiento científico carece de soporte.

¿Hasta qué punto consideras cierto que las y los docentes acceden a una información científica inadecuada?



Y la verdad es que buena parte de los y las docentes tenemos serias dificultades para entender y, aún más, explicar las teorías. No llegamos a tener una comprensión cabal de las mismas. Y por eso, nos escudamos en los conceptos, las fórmulas o los principios. Nos da miedo enfrentar la incertidumbre de realmente no saber lo suficiente y, en otros casos, no saber lo necesario.

Lamentablemente, hemos sido estafados y estafadas en nuestra formación. No se cansaron de repetirnos que la teoría es bla-bla-bla, que lo importante es el conocimiento práctico, que una cosa es la ciencia y otra cosa la educación en ciencias naturales. Nada más absurdo.

Nuestra tarea como educadoras y educadores no es simplificar el conocimiento científico, sino hacerlo accesible para su aprendizaje. Tampoco se trata de formar científicas y científicos. Nada que ver. **Se trata de brindar una alfabetización científica que permita a nuestras y nuestros estudiantes –como ciudadanas y ciudadanos–, entender los códigos de la ciencia, comprender sus relaciones con el mundo social y valorarla como una de las formas de conocimiento posibles.**

Nosotros como docentes, tampoco pretendemos convertirnos en científicos o científicas; pero sí requerimos de una información básica clave que nos permita navegar continuamente sin perdernos en el mundo de la ciencia. Necesitamos desarrollar un nivel de comprensión que nos habilite para enseñar a otras personas aquello que ya manejamos.

Indudablemente, esto no será posible si los y las docentes de ciencias no nos apropiamos del lenguaje científico, del cual estamos también bastante distanciados. Cuando hablamos de la ciencia, hablamos en un lenguaje lego, no especializado, lo cual debilita enormemente la validez de lo que decimos. Y ese mismo descuido que tenemos inadvertidamente en lo que decimos, lo mantenemos en la formación de nuestro alumnado. Grave asunto, en la medida que buscamos que las chicas y los chicos manejen un lenguaje riguroso y preciso. Es otra obligación volver a un lenguaje propio de las ciencias.

Otra deficiencia, común a profesores y profesoras de ciencia en el mundo, es que mantenemos una visión inadecuada de la naturaleza de la ciencia y el quehacer científico. Creemos aún en el poder del método científico y el carácter objetivo y neutral del conocimiento que éste produce. Este punto ya lo hemos abordado a profundidad en el primer capítulo, pero es fundamental tomarlo en cuenta porque forma parte de las simplificaciones de las que somos víctimas los y las docentes.

Finalmente, cabe decir que sólo revisando nuestras déficits podremos remediar las deficiencias que aparecen en la enseñanza de las ciencias. **No se trata de buscar una metodología salvadora e innovadora. Se trata de emprender un camino de regreso al conocimiento científico teórico, a una imagen desmitificada de las ciencias, a un lenguaje riguroso y a la real comprensión de aquello que intentamos enseñar.**

El peor problema no es no saber. El problema está en no aceptar que podemos no saber.

¿Cuáles son las teorías científicas que mejor conoces y más tomas como referencia en tu trabajo educativo?

Ejemplifica una explicación de la combustión con lenguaje científico y otra con lenguaje no científico.

Expectativas diferenciadas hacia ambos sexos

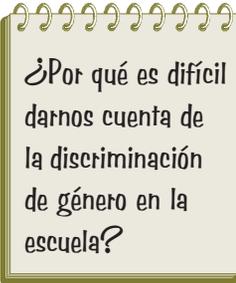
No hay docente, mujer u hombre, que acepte que en sus clases tiene no sólo expectativas diferentes según el sexo de su alumnado, sino que también sus formas de relacionarse con ellas y ellos son distintas. Sin embargo, de acuerdo a diferentes investigaciones realizadas en países europeos, en Estados Unidos, en América Latina y en el Perú,⁶ el profesorado tiene un claro trato discriminatorio de género, desfavorable para las mujeres. Y especialmente, los docentes de ciencias y matemáticas.

Obviamente, estas manifestaciones de discriminación no son conscientes. Forman parte de una manera, culturalmente legitimada, de ver y valorar a las personas según su sexo. Por eso es que no podemos ver esta discriminación con facilidad y nuestra primera reacción es rechazarla por ser, aparentemente, infundada. Por supuesto que no es la única forma de discriminación que se filtra en el desempeño docente. También discriminamos, “sin querer queriendo”, por razones de raza, clase social, “fealdad” o discapacidad. Pero ahora nos centraremos en la discriminación de género.

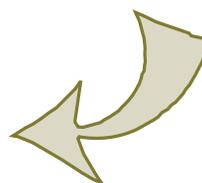
Una de las manifestaciones más obvias es la frecuencia con que interactuamos con alumnas y alumnos: se reporta un 100% más de interacciones con varones que con mujeres; es decir, se pregunta más a los varones y se refuerzan positivamente sus intervenciones. **Esta situación se explica con el argumento de que solemos creer que los varones tienen un mayor rendimiento intelectual para las ciencias y las matemáticas.** Recordemos la visión de la actividad científica como una actividad viril que se fue construyendo históricamente para negar el acceso de las mujeres al quehacer científico. Esta actitud docente podría revelar cierta continuidad con esas ideas.

Por otro lado se suele considerar, prejuiciosamente, que los varones tienen más posibilidades e interés en estudiar ciencias y matemáticas porque pueden inclinarse a estudiar ingeniería y medicina o dedicarse a oficios técnicos que requieren de este tipo de conocimientos. **A las mujeres las asociamos más con carreras no científicas.**

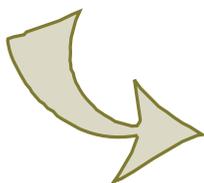
Otra tendencia que expresa la visión diferenciada frente a varones y mujeres está relacionada a la evaluación. Por lo general, hablamos de alumnos sobresalientes, inteligentes, bien dotados. Sin embargo, al referirnos a nuestras alumnas brillantes preferimos decir que es una chica estudiosa o



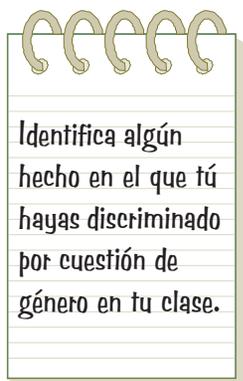
¿Por qué es difícil darnos cuenta de la discriminación de género en la escuela?



⁶ Clair, Renée. *La formación científica de las mujeres*, Madrid: Ediciones UNESCO, 1996, Asociación Americana de Mujeres Universitarias. *Cómo las escuelas estafan a las niñas*. Wellesley College Center for Research on Women, Washington. D.C., 1995. Tovar, Teresa. *Sin querer queriendo*, Lima: Tarea, 1998.



esforzada. Sin ninguna mala intención, asociamos el buen rendimiento de los varones con una inteligencia natural. En cambio, con respecto a las chicas, asociamos su buen rendimiento a factores de empeño, responsabilidad y voluntad. Ellos rinden porque son inteligentes. Ellas rinden porque se lo proponen.



Los y las docentes de ciencia y matemática también tenemos formadas ciertas imágenes con respecto a las chicas: que andan pensando en enamorados, que sólo se ocupan de las novelas, que les gusta cuchichear, que son extremadamente emotivas. En otras palabras, que su naturaleza hace poco amigable su relación con el mundo científico o matemático. Muchas veces intimidamos a las chicas con este tipo de comentarios, celebrados además por los alumnos. Y luego nos quejamos de que las chicas son más pasivas y no se interesan en nuestro curso, cuando a menudo abonamos esos silencios y esa pasividad.

Otra manera de expresar la discriminación hacia las chicas tiene lugar en los contenidos de las experiencias y los problemas que proponemos. **Los problemas, por ejemplo, suelen estar asociados al mundo de los adolescentes varones, especialmente cuando se trata de cuestiones de tecnología. Cuesta trabajo encontrar ejemplos que tengan en cuenta las experiencias de las mujeres con la tecnología, y optamos por lo más fácil.**

Una muestra de cómo la enseñanza genera también desiguales oportunidades en varones y mujeres son aquellos problemas de matemáticas en que aparecen los varones en situaciones interesantes y desafiantes u ocupando posiciones profesionales destacadas. En contraste, las mujeres aparecen reducidas a funciones de ama de casa o madres de familia. Los varones construyen casas, nadan en el mar, trabajan en las industrias; mientras que las mujeres crían hijos, cuentan papas y zanahorias, hacen el presupuesto para ir al mercado. Es difícil que las chicas se sientan motivadas y alentadas por estas constantes imágenes de la mujer.

Con referencia a la metodología, también solemos generar condiciones desfavorables para el rendimiento de las mujeres. Por formación, los varones son estimulados hacia la competencia permanente y el individualismo, mientras que las mujeres son más guiadas hacia el trabajo cooperativo y el cuidado de las otras personas. Debido a estas disposiciones sociales, los varones se conectan mejor con clases que tienden al trabajo individualizado y la competencia por las notas, hecho que inhibe la participación de las alumnas. **Por el contrario, cuando las clases se estructuran con una dinámica de trabajo en grupos y búsqueda de soluciones que benefician al salón, el rendimiento se invierte: pasa a favorecer al sexo femenino.**

Si bien hay determinadas valoraciones, actitudes y comportamientos docentes que pueden afectar el rendimiento de las alumnas, y que nos hacen ver que la escuela mixta realmente tiene una estructura pensada en

función de los varones, es verdad también –y eso lo han planteado otras investigaciones–, que forma parte del círculo vicioso de la discriminación de género una menor disposición de las mujeres hacia estos cursos. Pero ojo: tal disposición no es natural, sino que ha sido construida culturalmente. Esta disposición depende de varios factores: experiencias, poco estímulo hacia la exploración, manipulación limitada de objetos, acceso controlado a la calle, estereotipación de lo femenino y lo masculino, etc.

También influye la etapa que viven las chicas. En la escuela, los cursos de ciencias y matemáticas son catalogados como difíciles. Y se supone que sólo las chicas y los chicos “cerebrito” o “nerds” pueden destacar en tales cursos. Sucede, entonces, que este posible mejor rendimiento no favorece la imagen que a las chicas les interesa tener frente a los muchachos. Una chica “nerd” no tiene mucho prestigio frente a los asuntos amorosos; a pocos chicos les interesa fijarse en una chica “chancona” o más inteligente que ellos. Aunque resulte sorprendente, incluso estos factores influyen enormemente en las actitudes hacia los cursos que dictamos.

Desmontar este discriminador estilo de relación y enseñanza no es una tarea sencilla, sobre todo porque es invisible. No se ve, es parte de lo cotidiano, de lo que hacemos normalmente. Por eso, el reto es visibilizar la discriminación y hacernos consciente de la manera en que cada una y cada uno de nosotros la ejerce en el aula.

No queremos terminar sin el testimonio de una maestra que participó de un programa sobre coeducación⁷ de TAREA. Ella decidió hacer uso del lenguaje inclusivo⁸ en su aula, aun sin tener mucha convicción de su conveniencia. Sin embargo, pronto constató que la participación de sus alumnas aumentó considerablemente.

¿Qué cambios te atreverías a incorporar en tu trabajo para probar si efectivamente puede mejorar el interés de tus alumnas en las clases de ciencias?

Analiza tu experiencia como docente y señala cuáles argumentos de la lectura consideras válidos y cuáles no.

Las ilusiones sobre la experimentación

Una de las innovaciones más importantes de la enseñanza de las ciencias en la escuela fue la instalación de los laboratorios en los colegios públicos. La posibilidad de realizar experimentos como recurso didáctico por excelencia, se convirtió en un punto de interés fundamental para profesoras y profesores de los cursos de ciencias. Sin embargo, también somos conscientes de que el buen funcionamiento del laboratorio depende de muchos factores. La carencia constante de materiales básicos y reactivos constituye una barrera para este tipo de trabajo, pero existen también otros obstáculos de carácter pedagógico sobre los que queremos dar cuenta a continuación.

⁷ Coeducación: perspectiva educativa que supera la propuesta de la escuela mixta de modelo masculino, por otra que apuesta por la equidad de género.

⁸ El lenguaje inclusivo alude a la referencia permanente en el lenguaje a ambos sexos. Por ejemplo, Buenos días, chicas y chicos. Las madres y los padres de familia deben enviar sus respuestas. Las y los profesionales se actualizan permanentemente.

1. En primer lugar, **es importante tener en cuenta que el interés de las y los docentes de ciencias por la experimentación se deriva de la valoración que le asignamos a ésta en la estructura del método científico.**

Existe la creencia, fuertemente arraigada, de que es la experimentación la que permite generar nuevos conocimientos. Son las evidencias que nos proporciona la experimentación las que definen la validez o no de una teoría o una hipótesis... Nada más erróneo. Esta idea se corresponde con una visión positivista de la ciencia que ha sido superada rotundamente en las últimas décadas, aunque ya hace 400 años que David Hume, un notable filósofo inglés, desechó categóricamente la posibilidad de fundar el conocimiento científico en la inducción. Para él no había en la realidad nada que demostrara la validez de alguna teoría.

Entonces, el uso de la experimentación no se justifica bajo el argumento de que la experimentación permite al alumnado fundar sus juicios científicos sobre base de la comprobación de las evidencias empíricas.

2. En segundo lugar, **la inexistencia de un método científico (así, en singular) nos exonera de explicar detalladamente por qué resulta inadecuado presentar la experimentación bajo un esquema rígido de pasos que en el mundo de la ciencia nadie aplica,** pero que en el laboratorio de ciencias parece que fuera imprescindible seguir. Los métodos científicos sí existen y, en realidad, son diversos. Aluden a procedimientos y técnicas estandarizadas que se utilizan en diferentes campos científicos. Se recrean permanentemente, de acuerdo a las necesidades demandadas por las preguntas de investigación que se plantean las personas dedicadas a la ciencia. De hecho, este argumento obligaría a plantear la experimentación bajo diferentes formatos.

3. En tercer lugar, **tal como se realiza tradicionalmente en los colegios, la experimentación no es en verdad una experimentación.** Carece de la fuerza inventiva del trabajo científico. Los alumnos y las alumnas se limitan a seguir una receta que ordena determinados pasos para “demostrar” la validez de determinados planteamientos. El experimento tiene un guión ya establecido. No hay descubrimiento ni posibilidades de un razonamiento autónomo. Todo está definido de antemano. Los chicos y las chicas no realizan búsqueda alguna.

Lejos está, pues, esta práctica escolar de acercarse a la aventura y pasión a la que da lugar la búsqueda del conocimiento científico. Se trata de otra simplificación del conocimiento propiciada en la escuela.

¿Qué valor le asignas a la experimentación en tu trabajo educativo?

¿Por qué se critica la conversión de la experimentación en recetas o protocolos?

4. El último argumento nos lo proporciona Adolf Cortel:

“existen evidencias de que este trabajo, llevado a cabo de ese modo, no aumenta la comprensión de los conceptos ni de los métodos de la ciencia, debido en buena parte a que muchos elementos accesorios (el funcionamiento de los aparatos, la presencia de fenómenos simultáneos, la preocupación por seguir el protocolo y por el empleo de medidas) oscurecen la comprensión de los conceptos teóricos”.

En definitiva, la experimentación puede caer en un uso tan tradicional que su eficiencia pedagógica –es decir, su capacidad de generar aprendizajes– disminuye notablemente. Lo cual nos refuerza en la convicción de que las apariencias –o en otras palabras: aquello que aparece como recurso mágico– no siempre tienen el efecto educativo que esperamos. La espectacularidad de los experimentos puede captar mejor la atención del alumnado, pero no es garantía de aprendizaje ni de desarrollo de habilidades. Experiencias sencillas, menos vistosas pero adecuadamente organizadas y conducidas, tienen consecuencias más ricas para el alumnado cuando escapan a los parámetros convencionales.

Nada de lo dicho descalifica el trabajo de laboratorio. Nos obliga, más bien, a pensar en otras estrategias más efectivas que las que tradicionalmente hemos manejado. **La investigación científica debe ser uno de los ejes del trabajo práctico del curso de ciencias, pero investigación no es sinónimo de experimentación.**

La didáctica de las ciencias naturales se ha desarrollado enormemente en los últimos treinta años y nos alcanza recursos a los que es necesario echarles una mirada.

¿Qué debilidades tiene el uso tradicional de la experimentación en el colegio?
¿Qué diferencias encuentras entre experimentación e investigación?

3

Nuevas orientaciones



Expreso mi punto de vista

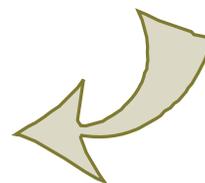
1. ¿Por qué sería importante incorporar la historia de la ciencia en el área curricular de ciencia, tecnología y ambiente (CTA)?
2. ¿De qué manera pueden tomarse en cuenta las experiencias de las y los adolescentes en el área curricular de CTA?
3. ¿Qué diferencias encuentras entre experimentación e investigación?
4. ¿Qué sentido tiene incluir discusiones éticas y políticas en temas de ciencia?

Ciencia, tecnología y sociedad: un enfoque para la enseñanza de las ciencias naturales

En los años setenta apareció una nueva corriente en el campo de la enseñanza de las ciencias, que se ha venido en denominar ciencia, tecnología y sociedad (lo llamaremos “enfoque CTS”). Esta corriente, que posee diferentes tendencias, critica una enseñanza aséptica de las ciencias naturales y los fines que ésta se proponía.

El enfoque CTS nos plantea, por un lado, la necesidad de interrelacionar la práctica científica con los aspectos ideológicos, éticos, sociales, económicos y políticos que la configuran. Y, por otro lado, pretende acercar el mundo de las ciencias a las experiencias cotidianas de las y los adolescentes⁹.

De esa manera se aleja de los enfoques tradicionales centrados en contenidos de las disciplinas científicas como entes aislados de la realidad y los inscribe en contextos concretos en los cuales adquieren significado y materialidad. La física, la biología o la química no aparecen ya como cursos abstractos y complejos, sino como facilitadores para la comprensión del mundo que nos rodea y las experiencias diarias con nuestros cuerpos, con la tecnología, con las otras personas, con la contaminación, con nuestros hábitos de consumo y con los problemas que afectan el bienestar de la población.



No es difícil percibir la cercanía entre este enfoque y una perspectiva de educación ciudadana. Precisamente, Tusta Aguilar lo señala así:

“se trata de plantear la enseñanza-aprendizaje de las ciencias de tal manera que el saber escolar cumpla su auténtico papel al servicio de una nueva ciudadanía más crítica con nuestro sistema y más solidaria con la humanidad y el planeta como conjunto”.

¿Por qué surge el enfoque de ciencia, tecnología y ambiente?

La importancia de este enfoque no sólo reside en los lineamientos que comparte con la educación ciudadana, sino que desde el punto de vista de la pedagogía de las ciencias responde a los planteamientos más importantes procedentes del campo del constructivismo, la enseñanza para la comprensión o el cambio conceptual. **En otras palabras el enfoque CTS nos brinda el marco y las pistas para proporcionar a nuestro alumnado experiencias realmente significativas y contextualizadas, que amplían su horizonte y permite a chicas y chicos desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes vinculadas al campo de las ciencias.**

⁹ Aguilar, Tusta. *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*, Madrid: Narcea, 1999.

¿En qué medida la inclusión de cuestiones de tecnología facilita la enseñanza de las ciencias?

Piensa en tres ejemplos de asuntos sociales vinculados a contenidos temáticos de tu programa curricular.

¿Qué dificultades percibes para incorporar este enfoque en el colegio?

La integración de la ciencia y la tecnología en un mismo campo de enseñanza enriquece el entendimiento entre la teoría y la práctica; aun más si la tecnología de referencia es la que utilizan las y los adolescentes en su vida diaria, ya sea directamente o a través de sus productos. Enseñar desde los usos y los posibles abusos de la aplicación del conocimiento también ofrece al conjunto de estudiantes un conocimiento más amplio y complejo de la práctica científica. Y es sabido que el aprendizaje es más potente y profundo cuanto más relaciones podamos establecer entre lo que aprendemos, lo que ya sabemos y el entorno.

La incorporación de la sociedad como parte sustancial de la enseñanza de las ciencias puede resultar extraño para docentes de física, biología o química. ¿Se trata acaso de volvernos medio docentes de ciencias sociales? ¿Habrá que subsumir los contenidos científicos a los grandes problemas sociales? Realmente, no.

La relación de la ciencia y la tecnología con la sociedad obedece a una necesidad de las ciencias mismas. **No es posible comprender la actividad científica contemporánea fuera de su contexto de uso y de espaldas al mundo social y natural donde se viven las consecuencias favorables y desfavorables de su uso.** Insistir en una enseñanza de las ciencias que siga bajo un esquema que la separa de su práctica concreta es mostrar una imagen no sólo irreal sino falsa de la ciencia.

Es importante recalcar, ante los posibles temores o suspicacias frente a este enfoque, que las maestras y los maestros de ciencia somos fundamentalmente eso: docentes. Nuestro compromiso principal es con la formación del alumnado. **Nuestro compromiso con las disciplinas científicas no es igual al de las personas dedicadas a la ciencia. Enseñamos ciencias para brindar una alfabetización científica básica y no para formar científicas o científicos. Tampoco enseñamos con miras a exámenes universitarios ni para concursos escolares.** Educamos con una perspectiva de vida, de vida ciudadana. Y buscamos que los aprendizajes que impulsamos sirvan a ese fin.

Una de las tendencias más importantes que se ha consolidado desde el enfoque CTS es la de la *alfabetización científica*.

Como lo explica la citada Tusta Aguilar, el concepto de alfabetización científica se entiende a cuatro niveles:

- ◆ **Conocer:** acceder a un lenguaje y poder usarlo, tenerlo como clave de lectura.
- ◆ **Descodificar:** saber de los procesos involucrados, los métodos, los modos de hacer.
- ◆ **Actuar:** conocimiento crítico que accede a las consecuencias y se pregunta por los fines: dimensiones sociales, económicas, tecnológicas, humanas y éticas.
- ◆ **Desmitificar:** entrar en cuestiones que tienen que ver con la naturaleza de la ciencia: objetividad, neutralidad, corrección... o sus contrarios.

Como se ve, la corriente de la alfabetización científica va mucho más allá de los discursos tecnocráticos sobre *la sociedad del conocimiento* que se limitan, básicamente, a la cuestión del acceso funcional a los códigos de la modernidad sin asumir una postura reflexiva frente a ellos.

La alfabetización científica nos plantea, finalmente, construir una estructura del conocimiento científico adecuada a los fines de la escuela, y organizada de tal manera que permita, claramente, identificar los aprendizajes claves.

Enseñar menos, pero más profundamente

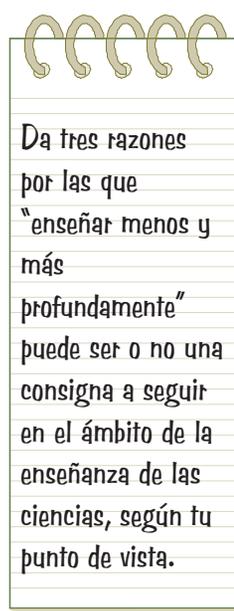
Esta puede resultar una consigna extraña para docentes que hemos sido formados en la lógica del modelo convencional de la pedagogía escolarizada. Y aun para docentes involucrados en procesos de innovación, pero que se enfrentan igualmente a largos listados de contenidos (entretejidos a “competencias”) que están obligados a enseñar bajo un control incluso más estricto que el que tradicionalmente ejercían las dependencias del Ministerio de Educación.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales ha habido cambios de fondo muy importantes que contrastan con la superficialidad e inconsistencia de las innovaciones planteadas oficialmente para la educación secundaria en el Perú. Son cambios que no sólo tienen que ver con la metodología, que suele presentárenos erróneamente como la llave mágica, sino con enfoques, didácticas específicas, cuestiones de carácter curricular, interacciones en el aula, materiales, evaluación, etc.

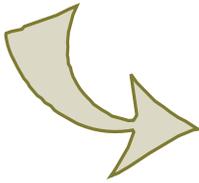
Un cambio significativo que ha operado en currículos de Estados Unidos y Europa, cuyo interés por el desarrollo de las ciencias es fundamental, ha sido la reducción de los contenidos curriculares en aras de un mayor y mejor aprendizaje por parte del alumnado. Reducción que ha sido acompañada por una sencilla e interesante fórmula para su selección¹⁰. Esta fórmula tiene importantes conexiones con el enfoque de ciencia, tecnología y sociedad, así como el de alfabetización científica. Con ello se busca, por un lado, que las ciudadanas y los ciudadanos manejen los contenidos de las disciplinas científicas en diálogo con el entorno social y la vida cotidiana. Y, por otro lado, que la población construya una noción más realista y comprensible de la actividad científica.

Las categorías en que se plantea la organización del conocimiento disciplinar son cuatro:

- ◆ La disciplina científica (por ejemplo, física o biología).
- ◆ La naturaleza de la ciencia.
- ◆ La aplicación de la ciencia.
- ◆ Los contextos de la ciencia.



¹⁰ Consejo Nacional de Investigaciones, Comité Nacional de Estándares y Evaluación Diagnóstica de Educación Científica: *An Enhanced Sampler*, citado en Martha Stone Wiske (comp.), *La enseñanza para la comprensión*, Buenos Aires: Paidós, 1999.



En este esquema se presentan tres categorías no tradicionales como la naturaleza de la ciencia (vinculada a los presupuestos de cada ciencia, su modo de conocer y su objeto de conocimiento), la aplicación de la ciencia (referida a la tecnología y su presencia en la vida cotidiana, así como a la relación con otros campos científicos) y los contextos de la ciencia (que ubica a la ciencia como práctica social inserta en un mundo social, en un tiempo histórico e impregnada de sus características).

¿Qué nuevas necesidades te plantearía incorporar en los contenidos las categorías de naturaleza de la ciencia, aplicación y contextos?

Un contenido vinculado a la disciplina científica particular es considerado válido en la medida que cumple estos criterios:

- ◆ “Representa ideas científicas centrales y principios de organización.
- ◆ Tiene un rico poder explicativo y predictivo.
- ◆ Motiva la formulación de preguntas significativas.
- ◆ Guía la observación fructífera.
- ◆ Es aplicable a muchas situaciones y en contextos comunes a la experiencia cotidiana”¹¹.

Efectivamente, la disminución de los contenidos y su mejor organización expresan una comprensión más cabal de la tarea educativa: toman en cuenta las demandas sociales, las necesidades del alumnado y la complejidad de los procesos de enseñanza, desarrollo y aprendizaje.

Todas las investigaciones efectuadas en el campo de la psicología del aprendizaje, la pedagogía y las neurociencias ofrecen argumentos para señalar la inutilidad de los currículos saturados de contenidos. Sus efectos en la práctica son perjudiciales. Por un lado, la profesora o el profesor no enseñará bien, puesto que tendrá que forzar en un tiempo muy reducido una cantidad considerable de contenidos, especialmente si se están considerando también contenidos de carácter procedimental y actitudinal. Forzar el tiempo significa, en castellano claro, pasar a toda velocidad o superficialmente por los contenidos que propone el currículo.

Ante esta situación, la pregunta de buena cantidad de maestras y maestros se dirige hacia los planteamientos de las nuevas metodologías en que reciben capacitación: ¿es posible adoptar metodologías “centradas en el aprendizaje” y desarrollar cabalmente los contenidos que están propuestos en los programas curriculares? Definitivamente, las consecuencias de estas incoherencias se revelan en sentimientos de frustración e impotencia que en nada contribuyen al “mejoramiento de la calidad educativa”.

Elige un tema del año, que tú enseñas, que cumpla con los criterios que se señalan en el texto y explica cómo los cumple.

¹¹ Ibíd.

Los centros educativos y, en particular, las y los docentes de ciencias debemos atrevernos a reflexionar con autonomía sobre nuestras asignaturas y proponer programas *curriculares viables*. Esto quiere decir programas que puedan desarrollarse con seriedad en los tiempos asignados; que garanticen aprendizajes reales; que despierten interés hacia las ciencias, que dialoguen con la experiencia de cada estudiante y que promuevan una actuación responsable en el entorno.

Los PDI (proyectos de desarrollo institucional) son una excelente oportunidad para hacer una lectura crítica del currículo actual y formular un programa curricular institucional que realmente garantice procesos educativos de buena calidad.

Asimismo, la programación anual debe asegurar una proyección adecuada de lo posible, lo deseable y lo necesario. Muchas veces esta programación anual, al estar organizada automáticamente en cuatro unidades bimestrales, oculta el hecho de que cada una de las mal llamadas unidades de aprendizaje no son tales sino que contienen tres, cinco o siete temas distintos.

Una propuesta como la que se plantea aquí llevaría a organizar la programación anual en cuatro unidades de aprendizaje, pero desarrolladas alrededor de un solo tema. De esta manera, en un lapso de dos meses o 32 horas “académicas” las y los estudiantes tendrían un tiempo adecuado para desarrollar habilidades, actitudes y conocimientos, y tendrían más oportunidades de vivenciar diversas experiencias significativas. Podrían manejar más apropiadamente el lenguaje científico que van aprendiendo, llevarían a cabo investigaciones y serían evaluados durante todo el proceso. En otras palabras, podríamos cumplir simplemente con la misión de educar en ciencias.

¿Qué viabilidad encuentras a una propuesta de diseño curricular institucional?

¿Cuáles serían los cuatro temas que escogerías para la programación del primer año de secundaria?

La investigación en el centro de las ciencias

Sin duda, la investigación es la piedra angular de la ciencia. Junto a esta constatación se plantea otra en el terreno pedagógico: la investigación escolar constituye una actividad clave para el aprendizaje de las ciencias. Y cuando decimos investigación queremos subrayar dos asuntos. El primero, que este tipo de investigación no es propiamente investigación científica, aunque pretende aproximarse a ella. Hay una distancia comprensible entre ambas que no debemos perder de vista. Y el segundo asunto es que cuando hablamos de investigación no estamos refiriéndonos a la experimentación convencional escolarizada ni tampoco estamos restringiendo la investigación al ámbito del laboratorio.

Concebimos la investigación como un proceso de búsqueda de respuestas y/o soluciones a preguntas que surgen del intento de comprender los hechos que ocurren en el contexto amplio de la sociedad, la ciencia o la tecnología. Involucra, por tanto, procesos de planificación (definir el problema de investigación y la pregunta central; formular

¿Qué diferencias encuentras entre la investigación científica y la escolar?

hipótesis, pasos a seguir, procedimientos, técnicas e instrumentos a utilizar; y cronogramar), ejecución, análisis e interpretación de la información producida, e informe de investigación.

En estos procesos, la participación y toma de decisiones de las y los estudiantes es una cuestión básica. Justamente, de lo que se trata es de que ellas y ellos sean capaces de ir conduciendo la investigación de acuerdo a planteamientos consistentes que conduzcan a cada quien hacia hallazgos que satisfagan sus preguntas de investigación. La mayor o menor autonomía dependerá de los objetivos del profesor o la profesora, y de la complejidad del trabajo a realizar.

Sin embargo, es preciso aclarar que cuando hablamos de autonomía no estamos hablando de un trabajo solitario del alumnado. Ellas y ellos requieren de la presencia constante, orientadora, esclarecedora y crítica de su docente. A cada paso que dan, deben tener la certeza de que lo hacen por buen camino. Y para ello, es indispensable el acompañamiento del maestro o la maestra: planteará preguntas que hagan que sus estudiantes se cuestionen, revisen, argumenten, demuestren, etc. Nuestro papel no es decir si tal paso está mal o bien, sino ayudar a cada estudiante a darse cuenta de lo que sucede, a través del análisis.

Obviamente, al investigar puede recurrirse a la experimentación, el desarrollo de experiencias, la exploración bibliográfica, etc. Interesa que se conozcan variadas formas y niveles de investigación.

Es importante tener en claro que la intención de desarrollar investigación en los cursos de ciencia no busca preparar a las y los estudiantes para que sean más adelante científicas o científicos. **Se trata de que se compenetren críticamente con el espíritu científico, aprendiendo sus formas de razonamiento y de actuación; desarrollando habilidades cognitivas que favorezcan la comprensión de los hechos y procesos naturales; preguntando a su entorno; estimulando el manejo de un lenguaje científico adecuado; y relacionando las necesidades y los problemas sociales con los aportes y prejuicios del desarrollo científico y tecnológico.**

La introducción de la investigación en el curso de ciencias puede desarrollarse a través de proyectos que involucren al conjunto del salón; puede ser una investigación guiada individual o de grupo. Es posible, también, desarrollarla a través de una experiencia concreta o una experimentación con propósitos más puntuales. No necesariamente debe darse en el horario de clases: en el aula pueden darse sólo algunos pasos o ciertos procesos de la investigación. Pero lo fundamental es que en el aula presenten, compartan y discutan la metodología y los hallazgos.

El producto de una investigación puede presentarse como un informe de investigación, una conferencia, una demostración, un periódico mural, una maqueta, un panel, una feria de conocimientos, etc.

¿Cómo entiendes la autonomía de las y los estudiantes en el proceso educativo?

¿Debe eliminarse la experimentación de la enseñanza de las ciencias?

Los temas de investigación pueden ser variados y dependerán, como señalamos, de los intereses de los alumnos y las alumnas. A continuación, presentamos algunas preguntas de investigación recogidas en el trabajo con estudiantes.

- ◆ ¿Qué sustancias que componen las golosinas afectan nuestra salud y cómo?
- ◆ ¿Qué hábitos de consumo de docentes y estudiantes afectan negativamente el medio ambiente?
- ◆ ¿Cuál es el origen de la homosexualidad?
- ◆ ¿Cómo se beneficiarán los países pobres con el proyecto genoma humano?
- ◆ ¿Qué conocimientos de la física tienen que ver con la radio?

¿De dónde surgen los temas de investigación?

Pasos para el desarrollo de la investigación

1. Formulación del problema y los objetivos de investigación.
2. Definición de la pregunta central.
3. Acopio de la información previa manejada por el grupo o la persona que investiga, para dar respuesta a la pregunta.
4. Formulación de hipótesis.
5. Definición de actividades y tareas.
6. Determinación de los procedimientos, las técnicas y los instrumentos.
7. Asignación de responsabilidades referidas a las actividades y tareas.
8. Cronogramación.
9. Recopilación de información.
10. Organización de la información.
11. Análisis e interpretación de la información producida.
12. Preparación del informe de investigación.
13. Presentación pública del informe.

¿Qué dificultades y qué soluciones pueden presentarse al realizar investigaciones en el aula?

4

La enseñanza de las ciencias naturales



Expreso mi punto de vista

1. ¿Por qué piensan estos adolescentes que no pueden actuar en su medio?
2. ¿Por qué no se toma en cuenta el contexto para formar ciudadanos y ciudadanas a través de las clases de ciencias?
3. Consideras pertinente el desarrollo de una perspectiva de educación ciudadana en el área curricular de CTA? ¿Por qué?
4. ¿En qué se enriquecería el área curricular de CTA con la incorporación de una perspectiva de educación ciudadana?
5. ¿Qué aporta actualmente tu curso de ciencias a la formación ciudadana de tus alumnos y alumnas?

La ciudadanía sin ninguna duda está asociada a la dimensión política de las personas. Es más, es la posibilidad que las personas tenemos para vivir esta dimensión. La política, por su parte, está ligada a una convivencia y a la organización común de un colectivo; a una forma de entender el bien común; a una forma de entender la construcción del espacio público y el ejercicio del poder. En otras palabras, la política nos vincula como comunidad. **De allí también que la ciudadanía sea entendida como un sentido de pertenencia a una comunidad política.**

Si la ciudadanía es por naturaleza política, entonces se entiende como una participación que se deriva de nuestro reconocimiento como sujetos políticos. La ciudadanía implica ejercicio de derechos, pero también desarrollo de capacidades y responsabilidades. Capacidades para entender, dialogar con, disentir de, criticar a, desmontar y construir el poder desde el espacio público. Porque el poder se expresa como visiones de la realidad, formas de hacer las cosas, formas legitimadas de conocer, institucionalidades, mecanismos concretos de coerción y control, etc.

Al mismo tiempo, la ciudadanía nos otorga un poder. Un poder que construimos, afirmamos y ampliamos cuando ejercemos nuestros derechos y responsabilidades. Nuestra palabra, nuestra intervención, nuestras acciones son expresiones de nuestros derechos y también de nuestras responsabilidades. Pertenecer a un colectivo implica responsabilizarnos por él y actuar con él. Este ejercicio de derechos y responsabilidades alcanza su mejor expresión en el espacio público.

El espacio público es el espacio de diálogo, negociación y definición de aquellas cuestiones que afectan el bien común, aquello que nos compete a todos. Pueden ser problemas, necesidades, aspiraciones, proyectos. Nuestra intervención en el espacio público obedece a un esfuerzo por hacer prevalecer el interés público sobre los intereses particulares de grupos de poder.

Es en este escenario donde ejercemos plenamente nuestra ciudadanía. Aquí dirimimos nuestros puntos de vista comunes y las discrepancias amparados en un ordenamiento jurídico que garantiza reglas de juego aceptadas por todos y todas, establecidas constitucionalmente. Por ello es necesario que se nos informe, que se nos consulte, que se nos explique y que se nos pida nuestra opinión.

¿Cómo se puede impulsar la ciudadanía desde las clases de ciencias?

¹² Extraído de Eduardo León Zamora **Por una perspectiva de Educación ciudadana, Enfoque general y curricular. Propuesta para la Educación Secundaria** del presente módulo. Para profundizar en este tema recomendamos la lectura de dicho material.

Nosotros reconocemos tres propósitos fundamentales en este eje de educación ciudadana:

1. El desarrollo de aprendizajes que habiliten a las y los estudiantes para asumir y ejercer su condición de ciudadanas y ciudadanos democráticos, solidarios y responsables desde un conocimiento crítico de la realidad y un sentido de compromiso con su entorno social y natural.
2. Aportar a la transformación democrática de la escuela en una comunidad de agentes dinámicos que construyen un espacio de acción y deliberación colectiva para desarrollar los proyectos que contribuyan a su desarrollo y a la satisfacción de sus necesidades; que generen una institucionalidad que promueva y garantice las libertades y derechos de sus integrantes y que desarrolle un sentido de pertenencia hacia un estilo y una organización de la vida en común basado en la confianza y la participación.
3. La creación de una cultura democrática en la que se reconozcan, valoren y potencien la diversidad personal y social y se enfrente toda forma de discriminación; donde se aliente el pluralismo y el pensamiento abierto; donde se promuevan relaciones de respeto, donde se auspicie la autonomía y la crítica; donde se fomente la vivencia de los valores de justicia, libertad, igualdad y justicia; donde se practique la resolución dialogada de los conflictos.

¿La enseñanza tradicional permite el desarrollo de la educación ciudadana?

En relación a las y los estudiantes son tres los aprendizajes que buscamos que se desarrollen al implementar este eje:

- ◆ Deliberar críticamente sobre asuntos públicos.
- ◆ Participa democráticamente.
- ◆ Interactúa con equidad.

¿Qué relación puedes establecer entre la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva ciudadana y el espíritu investigador de las ciencias?

Estos aprendizajes o competencias expresan con claridad dos ideas fundamentales.

En primer lugar, **que el aprendizaje de la ciudadanía tiene como base y direccionalidad la necesidad de construir un sentido de pertenencia hacia la comunidad política de la que formamos parte.** Sentido de pertenencia que no tiene que ver con espíritu patriótico en abstracto, sino con un sentido de responsabilidad e identificación con los asuntos públicos del país. Asuntos públicos que pueden ser problemas, necesidades, sueños o aspiraciones; pero que comprometen los intereses de todas y todos.

En segundo lugar, **los aprendizajes definidos expresan una comprensión de la educación ciudadana como formación para la intervención activa en el espacio público,** es decir, como educación política. **Aun que la palabra política genera mucho rechazo en el ambiente edu-**

cativo por una tergiversación de la misma, no podemos ni debemos negarla porque implica un compromiso con la sociedad. Además sería una contradicción insalvable porque, precisamente, la ciudadanía pone de relieve nuestra condición política y la ciudadanía se expresa en el ámbito político.

Lejos de lo que generalmente se suele suponer, la formación ciudadana de las y los estudiantes en la escuela tiene una estrecha relación con su formación científica. Sin duda, esta relación no es espontánea, sino que debe ser pensada y construida desde argumentos sólidos que contribuyan a esclarecer y fundamentar la propia relación.

Nuestra preocupación apunta a que la formación científica del alumnado se constituya en una base sólida de una educación ciudadana democrática, útil no solamente para un futuro lejano, sino para el presente de aquellas y aquellos adolescentes que se acercan con mayor o menor curiosidad e interés al mundo de las ciencias naturales.

Repensando los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales

A partir de la reflexión, la lectura de diversas propuestas y el trabajo de capacitación con docentes de ciencias, hemos llegado a plantear cuatro propósitos que consideramos articulan de manera sólida la intencionalidad de la enseñanza de las ciencias naturales con nuestra perspectiva de educación ciudadana.

Como propuesta, representa una opción posible que ofrece una orientación a nuestro trabajo en las aulas; además de armarnos de elementos para la lectura crítica y el diálogo de otras propuestas.

Tal vez el hecho aparentemente más llamativo de esta formulación de propósitos es que no hace referencia explícita a la cuestión medioambiental, tan en boga en los planteamientos actuales y en el discurso de maestras y maestros. Sin embargo, más allá de las apariencias, nuestros propósitos están profundamente comprometidos con una educación para el cuidado y la conservación del medio ambiente, como podremos ver a continuación.

A través de los cursos de ciencias y física, pretendemos que las y los adolescentes de los colegios secundarios puedan:

- 1.** Desarrollar una cultura científica básica que le permita comprender las ideas fundamentales de las principales teorías científicas y sus relaciones con la vida cotidiana.
- 2.** Ampliar su horizonte de pensamiento desarrollando capacidades intelectuales propias del quehacer científico.

¿Por qué una perspectiva de educación ciudadana para la enseñanza de las ciencias?

¿Qué otro(s) propósito(s) incorporarías en esta propuesta?

¿Consideras pertinente el desarrollo de una perspectiva de educación ciudadana en el área curricular de CTA? ¿Por qué?

3. Comprender las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad a fin de participar responsable y críticamente en los asuntos públicos
4. Construir una imagen realista de la ciencia y el quehacer científico que dé cuenta de su riqueza, su complejidad y sus límites

Orientaciones básicas de una perspectiva de educación ciudadana en la enseñanza de las ciencias naturales

El desarrollo de una perspectiva de educación ciudadana en el campo de las ciencias naturales nos demanda definir un conjunto de orientaciones que toman en cuenta las características del aprendizaje de las ciencias, las características del alumnado adolescente y las características que supone el abordaje de asuntos públicos en las clases de ciencias. Las orientaciones que te ofrecemos a continuación no son pautas concretas sino criterios que pueden guiar nuestra práctica pedagógica en el aula. Constituyen un recurso fundamental para reflexionar sobre los enfoques y metodologías que se nos presentan para mejorar la enseñanza de las ciencias.

Una mirada compleja y problematizadora

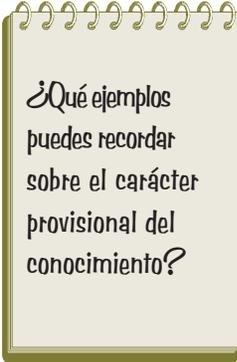
Adoptar una postura compleja y problematizadora significa cruzar los límites de una concepción simplista y dogmática del conocimiento y del método científico, y atreverse a desarrollar la imaginación asumiendo que el quehacer de la ciencia es, como señalara Einstein, una aventura del pensamiento.

Para ello es indispensable esclarecer la relación entre la teoría y los hechos. Los hechos no son los conocimientos. Son las interpretaciones sobre los hechos los que producen el conocimiento, es decir, la teoría. Por supuesto, los hechos son importantes; pero no son el núcleo central de la ciencia. Son innumerables los episodios en la historia de la ciencia en que la teoría se ha adelantado a la comprobación empírica.

Por otro lado, es importante promover una visión del conocimiento dado como provisional; ver las teorías científicas en su heterogeneidad; conocer los límites y las posibilidades de distintos enfoques y entretejer una red de relaciones entre los distintos conocimientos.

Una actitud interrogativa

Las ciencias naturales ofrecen una mirada distinta sobre la realidad que otros campos del conocimiento humano. Es una mirada que parte de preguntas que formulamos al entorno natural o artificial, y se desarrolla en la búsqueda de res-



¿Qué ejemplos puedes recordar sobre el carácter provisional del conocimiento?

puestas. Tales preguntas no están pegadas a los hechos ni a un método de manera grosera, sino que están ligadas a nuestra capacidad de formular preguntas nuevas referidas a los hechos.

En términos pedagógicos esto significa que las clases de ciencias deben convertirse fundamentalmente en oportunidades para aprender y entrenarse en la capacidad de preguntar. Por eso debemos aproximar al alumnado a situaciones que susciten su curiosidad y le demanden preguntar. Estas no son situaciones casuales sino preparadas por las y los docentes a fin de explotar al máximo sus posibilidades educativas. Se trata de situaciones que abren posibilidades de descubrimiento y de construcción de conocimientos.

El ejercicio de conjeturar

La búsqueda de respuestas a las preguntas que genera el quehacer científico nos pone frente a la necesidad de conjeturar, es decir, plantear hipótesis explicativas que satisfagan nuestras preguntas.

Las clases de ciencias deben ser precisamente el espacio en que el alumnado intente responder a sus inquietudes, más que aprender respuestas preestablecidas que no le significan nada y sólo cumplen una función de control.

La elaboración de conjeturas no es un simple lanzamiento de ideas, sino de planteamientos fundamentados. Cada hipótesis debe estar apoyada en otras ideas o en evidencias.

La fundamentación y argumentación de nuestros juicios

El lenguaje científico tiene la pretensión de construirse sobre juicios y argumentos sólidos. En este sentido, cada docente de ciencias debe ejercitar a sus estudiantes en la fundamentación de puntos de vista y opiniones, así como en el planteamiento de argumentos que tengan sustento.

Desarrollar estas capacidades pasa por un adecuado acercamiento a las teorías científicas, un manejo conceptual satisfactorio y el uso apropiado del lenguaje de las ciencias.

Acercamiento a la teorías científicas

El hecho de que se promueva en el alumnado capacidades propias del pensamiento científico y se aliente la construcción de sus conocimientos vía el descubrimiento, la lectura o la investigación, no significa que no tengamos la necesidad de acercarlos a un conocimiento estructurado. Por el contrario: construir conocimiento desde experiencias significativas les dará justamente mejores posibilidades de aprehender aspectos relevantes de las teorías científicas que enmarcan el conocimiento elaborado.

Obviar esta parte del proceso de aprendizaje sería distanciarnos de la formación científica.

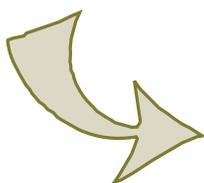
¿Cuál es el valor que das a la actitud interrogativa y a la habilidad de conjeturar, en tus clases de ciencias?

La construcción de conceptos

En el marco de la idea anterior sobre el acercamiento a las teorías científicas hay un punto que ha sido objeto de atención de la didáctica de las ciencias y que nos ofrece un interesante enfoque sobre el cambio conceptual.

Las y los estudiantes, de cualquier edad, cuentan con sistemas explicativos y conceptos sobre diferentes fenómenos que le permiten moverse con cierta comodidad por el mundo. Sin embargo, estos conocimientos no se adecuan al conocimiento científico y, en el contexto del aprendizaje de la ciencia, deben modificarse.

Este proceso de cambio conceptual es complejo y difícil. De él no escapa ni la misma gente de ciencias que en su vida cotidiana puede llegar a decir cosas tan absurdas como “en el mes de junio es verano en la sierra peruana y en la costa, es invierno”. **La lógica del conocimiento científico tiene muchas resistencias en sus usos más ordinarios.**



La enseñanza de las ciencias debe contemplar esta característica de la construcción del conocimiento. Y como primer paso debe garantizar, en primer lugar, que sean las y los docentes quienes avancen en el camino de la precisión conceptual. Buena parte de los profesores y las profesoras de la especialidad hacen uso y abuso de conceptualizaciones de manera laxa, imprecisa y equivocada. De igual manera ponen poco énfasis en la apropiación conceptual de su alumnado, dejando que manejen imágenes vagas, metafóricas e incompletas de ideas y procesos que son básicos en la ciencia.

En segundo lugar, **la enseñanza de las ciencias demanda que el trabajo conceptual ocupe un lugar privilegiado en la clase. Y no escatimar esfuerzo y tiempo en que el alumnado tenga un manejo conceptual preciso.** Esto significa, en términos concretos, que es necesario explicitar los significados que son atribuidos a los términos científicos, a fin de ver si han sido cabalmente comprendidos.

En tercer lugar, esto requiere volver una y otra vez a conceptos centrales. No se puede pretender que de una sola vez, con una sola actividad pedagógica, los alumnos y las alumnas sean capaces de producir cambios permanentes en su manera de conceptualizar la realidad.

Un asunto que comienza a plantearse en la enseñanza de las ciencias es el uso del lenguaje científico. Este punto está muy vinculado tanto a la cuestión del cambio conceptual como al desarrollo de habilidades.

Muchos y muchas docentes no hemos pensado al respecto; y, por lo tanto, introducimos a nuestro alumnado al mundo de las ciencias sin ofrecer el código necesario para manejarse en él. No tomamos en cuenta que el lenguaje científico no es igual al lenguaje cotidiano. Se afirma incluso que las y los estudiantes aprenden más vocabulario nuevo en una clase de ciencias que en una clase de inglés. La diferencia reside en que en el primer caso ni siquiera damos la traducción.

El asunto obliga a que las maestras y los maestros de ciencias pongamos atención a la introducción de los nuevos términos, por un lado, y a su uso correcto, por el otro.

No podemos dejar de mencionar que habilidades como observar, comparar, describir o explicar tienen una acepción precisa en el campo de las ciencias que no se corresponde exactamente con sus usos comunes en otras áreas de conocimiento. Por lo tanto, requieren de un aprendizaje y un entrenamiento especial.

¿Qué aspectos debe involucrar el trabajo conceptual en el área de ciencias?

Cercanía a las experiencias y los intereses de la adolescencia

Una de los enunciados pedagógicos más importantes en el campo de la enseñanza es la necesidad de tomar en cuenta las experiencias y los intereses de las y los adolescentes. Muchas veces esta idea se resuelve simplistamente: “la contaminación tiene que ver con los adolescentes porque el futuro es de ellos”, “la educación sexual tiene que ver con los adolescentes porque ya están en capacidad de procrear” o “la desnutrición se relaciona con ellos porque tienen problemas de ese tipo”, por mencionar algunos ejemplos.

Es verdad que todos estos temas son cercanos a la vida de quienes atraviesan por la adolescencia, pero un abordaje que no tiene que ver con sus experiencias y formas concretas de ver las cosas estará siempre lejano de sus intereses. Es necesario, entonces, hacer un esfuerzo para determinar desde dónde puede resultar más significativo para ellas y ellos, en concreto, ocuparse de la contaminación: ¿desde sus hábitos de consumo? ¿Y la sexualidad?: ¿desde los métodos anticonceptivos?, ¿desde las relaciones afectivas?

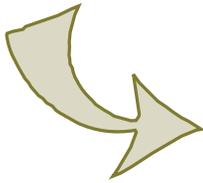
El enfoque CTS (ciencia, tecnología y sociedad) también nos ha proporcionado una importante pista para acercarnos a la cotidianidad de las y los adolescentes, a partir de los usos cotidianos que hacen del mundo de la tecnología, el cual puede resultar cautivante.

¿Es factible incorporar este criterio en tu trabajo cotidiano?

Balance de la dinámica de las actividades

Las y los adolescentes necesitan estar en contacto con diferentes formas de enseñanza y con variadas características de ritmo, intensidad y acción.

Es altamente productivo combinar dinámicas de trabajo serias, calmadas y de concentración como la lectura, el trabajo de grupo y el experimento, con actividades que se desarrollen a través del juego educativo, diálogos informales, anécdotas del mundo de las ciencias o trabajos particularmente creativos y activos.



El enfoque de las inteligencias múltiples, entre otros, nos explica la importancia y nos muestra la facilidad con que podemos realizar actividades que comprometan las capacidades y los talentos de nuestro alumnado de acuerdo a sus preferencias: incorporar la música para aprender terminologías o taxonomías nuevas, representar corporalmente procesos químicos, crear poemas a la célula, construir maquetas o hacer dibujos, expresar matemáticamente un conocimiento, discutir en grupo, etc.

El balance de nuestras actividades puede proporcionarnos un ritmo de trabajo propicio para el aprendizaje en nuestras clases.

Equilibrio entre el trabajo individual y otras formas de trabajo en clase

Las clases de ciencias posibilitan trabajar de distintas formas en el aula. Por ello es importante que dejemos de lado tendencias extremas que nos ponen en la absurda opción de trabajo individual o trabajo grupal. Son válidos tanto el trabajo individual como el trabajo en parejas o en grupos. Cada uno debe hacerse según las características y los propósitos de las actividades de aprendizaje que nos interesa promover en el aula.

Los trabajos en parejas de estudiantes con capacidades diferentes son muy favorables. Para quien tiene menos habilidades referidas a una actividad determinada, significará un estímulo; y para la otra persona, un oportunidad de reforzamiento y comprensión de su propio proceso de razonamiento.

Los trabajos en grupo deben organizarse de acuerdo a los propósitos de la actividad y al tiempo disponible. No pueden por tanto tener siempre el mismo número de participantes. Deben estar permanentemente guiados por el profesor o la profesora, y, además, ser evaluados en función de sus objetivos.

Reflexión ética y política sobre situaciones que atentan contra el bien común

Tal como se vio en el fascículo general de este módulo, abordar asuntos públicos es un aspecto fundamental para el desarrollo del eje de educación ciudadana en todas las áreas del currículo. En el campo de la enseñanza de las ciencias, nos permite reflexionar ética y políticamente sobre los intereses ciudadanos que se ponen en juego con el desarrollo cientí-

¿Qué tipo de actividades son más frecuentes en tus clases de ciencias?
¿Podrías incorporar otras?

fico y tecnológico y con su legitimación como supuesta forma superior de conocimiento.

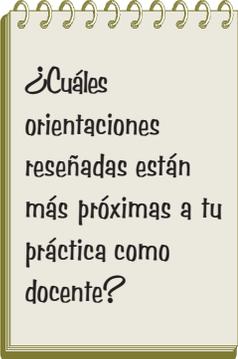
Aunque la reflexión ética y política nos remite básicamente a nuestra responsabilidad ciudadana, **también nos lleva a ver que la práctica científico-tecnológica no puede estar exenta de una dimensión ético-política sin riesgo de deformarse y atentar contra su propio sentido.**

La ética ciudadana nos centra en la preocupación y el cuidado de los grupos humanos afectados directa e indirectamente por las consecuencias de las teorías y prácticas científicas. La ética política, en las relaciones de poder de carácter económico, nacional, de género, de clase u otra índole que impregnan el mundo real de las ciencias.

La actuación y el compromiso en el entorno

La formación ciudadana encuentra en la participación en el espacio público su ámbito más fructífero. Los aprendizajes referidos a las relaciones entre las cuestiones científicas y las ciudadanas deben, necesariamente, derivar en compromisos concretos de acción para contribuir a la solución de los problemas.

Los compromisos pueden tener diferentes formatos y magnitudes. Pueden implicar cambios efectivos a nivel personal, actividades en el seno del colegio, trabajo proyectado hacia la comunidad o interpelaciones directas a personas e instituciones involucradas en el asunto público en cuestión.



¿Cuáles orientaciones reseñadas están más próximas a tu práctica como docente?

5

Diseñando una unidad de aprendizaje

[El reino] de los virus y el de la industria farmacéutica

Año: **Primero de secundaria** Área: **Ciencia, tecnología y ambiente**

PASOS EN EL DISEÑO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. Identificamos la unidad de aprendizaje a desarrollar.
2. Identificamos un asunto público susceptible de ser abordado en la unidad, aplicando las lupas a los cuatro ámbitos de la realidad.
3. Formulamos los objetivos de la unidad o la fundamentación de la unidad.
4. Interrogamos a los objetivos seleccionados desde las dimensiones ética, política, socioafectiva e intelectual de la educación ciudadana y los adecuamos.
5. Indagamos, identificamos y seleccionamos los contenidos correspondientes al tema y al asunto público.
6. Relacionamos los contenidos del problema relevante con los contenidos curriculares: entramado.
7. Identificamos los núcleos centrales de la unidad y determinamos el número de sesiones a realizar.
8. Diseñamos las actividades movilizadoras de aprendizajes y revisamos su coherencia y secuencia.
9. Preparamos los materiales de trabajo.

Pasos del diseño de la unidad de aprendizaje

1. Identificamos la unidad de aprendizaje a desarrollar.

Corresponde desarrollar la unidad referida a LOS SERES VIVOS.

En esta unidad hay un rubro referido a los reinos de la naturaleza. Precisamente, uno de los tópicos alrededor del cual existen grandes controversias es el de la clasificación de los virus en algún reino de la naturaleza. De allí que sea muy interesante para el alumnado participar reflexivamente de esta discusión realmente existente en el ámbito de la ciencia. A partir de la clasificación de los virus será posible aproximarse a los otros reinos de la naturaleza.

Por otro lado, el tema de los virus está asociado a otros objetivos de la asignatura como el cuidado de la salud y la prevención de enfermedades.

Desarrollo de los contenidos:

- ◆ Reinos de la naturaleza.
- ◆ La clasificación de los virus.
- ◆ Naturaleza y estructura de los virus.
- ◆ Desarrollo de los virus y enfermedades.
- ◆ Prevención de enfermedades virales.
- ◆ Investigación de los virus.
- ◆ Acceso a medicamentos.

Si trabajamos con los nuevos programas curriculares, organizaremos nuestros contenidos en los tres campos del saber:

Conceptual	Procedimental
<ul style="list-style-type: none">• Identificación taxonómica de los virus.• Estructura orgánica de los virus y ciclo de vida.• Los virus como agentes patógenos.• Importancia del Estado en la promoción y protección de la salud.• Medicina alternativa.	<ul style="list-style-type: none">• Clasifica los virus y los diferencia de seres de otros reinos de la naturaleza.• Identifica los efectos de los virus sobre los seres vivos.• Analiza el papel de los grandes laboratorios en el campo de la salud.• Reflexiona sobre la relación entre la investigación científica y los intereses privados.• Relaciona condiciones de pobreza y aparición de enfermedades.• Maneja medidas de prevención frente a los virus.• Diferencia el interés público del interés privado.
Actitudinal	
<ul style="list-style-type: none">• Afirma el derecho ciudadano a la salud.• Defiende el interés público sobre el interés privado.• Desarrolla una actitud crítica hacia el quehacer científico.	

2. Identificamos un asunto público susceptible de ser abordado en la unidad, aplicando las lupas a los cuatro ámbitos de la realidad
Tomando en cuenta que nuestra unidad girará en torno a los virus, identificamos los posibles asuntos públicos a ser trabajados:

- a) *Lupa de la cultura escolar.* La salubridad en el espacio escolar
- b) *Lupa del mundo juvenil.* Las personas jóvenes como víctimas de nuevas enfermedades virales como el sida; o las condiciones de vida y la salud en la juventud.
- c) *Lupa de la realidad nacional.* La responsabilidad del Estado frente a la salud pública; o la discriminación hacia los enfermos de sida.
- d) *Lupa del contexto internacional.* La industria farmacéutica como institución privada y su poder de influencia en la salud pública.

De estos cuatro asuntos públicos vamos a priorizar el último porque los grandes laboratorios son, a la vez, instituciones que investigan sobre los virus, producen medicamentos y los comercializan creando una sólida estructura que monopoliza y controla el acceso a los medicamentos por parte de las ciudadanas y los ciudadanos.

De manera indirecta, también abordaremos el tema de la responsabilidad del Estado frente a la salud y las condiciones de vida de la juventud.

3. Formulamos los objetivos a lograr en la unidad o explicitamos el sentido o la fundamentación de la unidad.

Objetivos:

- ◆ Aproximarnos reflexivamente a la clasificación de los virus dentro de los reinos de la naturaleza.
 - ◆ Comprender la influencia de las condiciones de vida y la actividad científica en la aparición de los virus.
 - ◆ Identificar medidas de prevención de enfermedades virales
 - ◆ Reconocer la importancia del Estado en la formulación de políticas de salud.
 - ◆ Evaluar el papel de la industria farmacéutica en el mantenimiento de la salud pública
 - ◆ Reconocer la existencia de otras formas de cuidado de la salud.
- 4. Interrogamos a los objetivos seleccionados desde las dimensiones ética, política, socioafectiva e intelectual de la educación ciudadana, y los adecuamos.**

Desde la dimensión política, constatamos que existe un objetivo referido al papel del Estado y otro objetivo relacionado al poder económico de la Industria Farmacéutica. Con ambos se pretende abordar la salud como asunto público.

En relación con la dimensión socioafectiva, empoderaremos a cada joven haciéndole conocer formas de prevención, reconociendo sus derechos y las responsabilidades que éstos le demandan al Estado, así como dándole a conocer otras posibilidades para el cuidado de su salud.

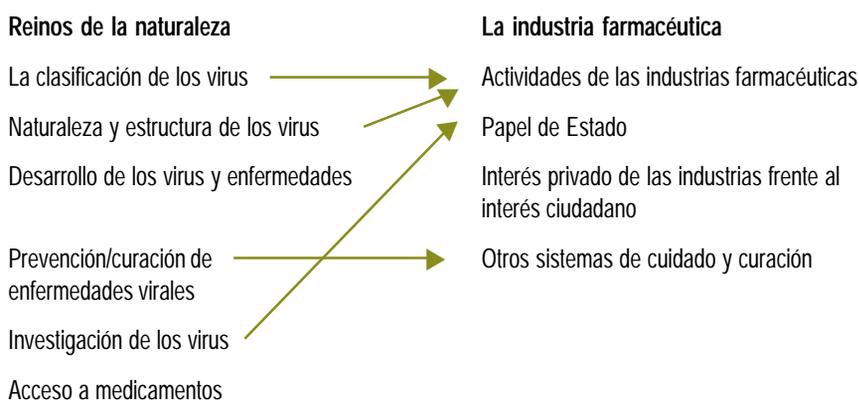
En relación con la dimensión ética, enjuiciaremos el papel de la industria farmacéutica y discutiremos la conveniencia de anteponer una perspectiva favorable a la prevalencia del interés público frente al interés privado.

En cuanto a la dimensión intelectual, promoveremos una reflexión crítica frente a un tema controversial de las ciencias, que es a la vez un asunto de interés público.

5. Indagamos, identificamos y seleccionamos los contenidos correspondientes al asunto público.

- ◆ La industria farmacéutica.
- ◆ Actividades de las industrias farmacéuticas (investigación, producción y comercialización).
- ◆ Papel del Estado.
- ◆ Interés privado de las industrias farmacéuticas frente al interés de las ciudadanas y los ciudadanos.
- ◆ Otros sistemas de cuidado y curación de la salud.

6. Relacionamos los contenidos del problema relevante con los contenidos curriculares: entramado.



* Observemos que no es necesario que cada contenido curricular esté en relación biunívoca con el contenido del problema público.

7. **Identificamos los núcleos centrales de la unidad y determinamos el número de sesiones a realizar.**

Cuadro de núcleos y sesiones de la unidad de aprendizaje:

Núcleos Temáticos	Sesiones	Temas
Núcleo I	Sesión 1 y 2	Naturaleza y clasificación de los virus
Núcleo II	Sesión 3	Virus, pobreza y prevención
Núcleo III	Sesión 4	El reino de los laboratorios
-----	Sesión 5	Actividad de compromiso

8. **Diseñamos las actividades que movilizarán los aprendizajes de las chicas y los chicos. Revisamos su coherencia y secuencia.**

(Se ampliará en la páginas siguientes)

9. **Preparamos los materiales necesarios.**

(Se ampliará en la páginas siguientes)

Desarrollo de las actividades

NÚCLEO I

PRIMERA SESIÓN. Naturaleza y clasificación de los virus

Actividades de inicio: DESPERTANDO SABERES E INQUIETUDES

Informamos a nuestros y nuestras estudiantes que estudiaremos a los virus para responder a dos interrogante: ¿pertenecen los virus a algún reino de la naturaleza? y ¿cómo contribuye la industria farmacéutica a la salud pública?

Actividad 1: Los expertos

Dividimos el salón en cinco grupos. Pedimos que supongan que son científicos y científicas especializados en el campo de los virus, que deben preparar una breve exposición para un congreso de virología.



Explicamos que se trata de proporcionar el máximo de información que conocen. Subrayamos que no es importante que la información sea correcta; el objetivo es decir lo que cada quien cree y opina, tratando de hacerlo con mucha seguridad, como si fueran personas dedicadas a la medicina o la biología (tiempo para el trabajo en grupo: 15 minutos).

Los grupos expondrán basándose en una de estas preguntas:

- ☞ El primer grupo: ¿Qué son los virus?
- ☞ El segundo grupo: ¿Qué enfermedades causan los virus?
- ☞ El tercer grupo: ¿Cómo es el ciclo de vida de un virus?
- ☞ El cuarto grupo: ¿Quiénes se ocupan de investigar sobre los virus y cómo lo hacen?
- ☞ El quinto grupo: ¿Cómo podemos protegernos de los virus?
- ☞ El sexto grupo: ¿De quién es la responsabilidad de cuidar la salud de los peruanos y las peruanas?

Indicaciones para el trabajo en grupo:

- ◆ Se nombra un coordinador o una coordinadora, y un secretario o una secretaria.
- ◆ Cada integrante del grupo escribe individualmente la respuesta en su cuaderno durante cinco minutos.
- ◆ Luego la coordinadora o el coordinador pide que cada quien lea lo que escribió.

- ◆ Después se preguntan sobre la credibilidad de las respuestas.
- ◆ Escriben las respuestas en sus cuadernos.

Actividad 2: **Exposición de los grupos**

Un o una representante de cada grupo presenta su exposición desde su mesa. Pedimos a las y los demás estudiantes que hagan preguntas o comentarios. Por nuestra parte, también podemos plantear preguntas de aclaración, fundamentación, ejemplificación, etc.

Explicamos cuáles respuestas están más cercanas a la información con la que se cuenta en la actualidad en este campo.



Actividades de construcción: CONSTRUYENDO SABERES

Actividad 1: **Observación**

Con anticipación, debemos haber dejado medio pan en una bolsa, en el aula. Asimismo, cada estudiante debe haber conservado un pan dentro de una bolsa, en su casa (limpiaron bien la bolsa y metieron el pan allí; luego la cerraron bien y la guardaron).

El día que se realiza la clase observamos lo que ha sucedido. Conversamos sobre ello y las posibles causas. El pan se ha hongueado y las chicas y los chicos harán hipótesis frente a lo que ven. Preguntamos, entonces, sobre la manera en que ese organismo entró en la bolsa.

Explicamos a continuación que los virus son muchísimo más pequeños que los hongos, y que las formas de identificarlos son más complejas. Los virus también se encuentran en el ambiente y entran a nuestro organismo de manera imperceptible.

Finalmente, preguntamos cómo creen que las científicas y los científicos identifican a los virus en la actualidad, cuál ha sido la mayor dificultad para reconocerlos.

Actividad 2: **Exposición sobre los virus**

Realizaremos una exposición sobre lo que son los virus, qué estructura tienen, cómo es su ciclo de existencia, cómo afectan la vida de otros seres u otros temas que consideremos pertinentes. Durante la exposición haremos preguntas para que chicos y chicas vayan haciendo conjeturas sobre los ítems que estamos abordando (¿tienen vida los virus?, ¿se reproducen?, ¿a qué otros seres vivos se parecen?, etc.).

Usaremos láminas que permitan visualizar los aspectos más importantes de nuestra exposición.



Actividades finales: INCORPORANDO LOS SABERES A LA VIDA

Al final de la clase pediremos que digan si consideran que los virus constituyen un reino y que fundamenten sus posturas. En realidad, todavía no hay una base suficiente, así que evaluaremos conjuntamente qué falta para poder llegar a una conclusión.

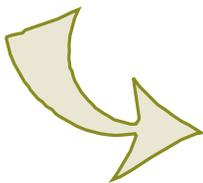
SEGUNDA SESIÓN: Naturaleza y clasificación de los virus

Actividades de inicio: DESPERTANDO SABERES E INQUIETUDES

Actividad 1: **Lectura del Cuadro comparativo de los reinos de la naturaleza y clasificación**

Hacemos un cuadro en la pizarra para identificar las características de cada reino de la naturaleza. Pedimos a chicos y chicas que nos digan lo que saben sobre ellos.

Reinos	Reino animal	Reino vegetal	Reino protista	Reino monera	Reino fungus (hongos)	Los virus ¿?
Características						
Organización y estructura interna						
Fisiología						
Reproducción						
Crecimiento						
Muerte						



Luego resaltamos las características distintivas de cada reino. Pedimos entonces que recuerden las características de los virus, tratadas el día anterior, y que reflexionen y clasifiquen a los virus en alguno de los reinos... o en uno nuevo.

A continuación, les solicitamos que se agrupen de acuerdo a sus opciones y que fundamenten sus respuestas: cada grupo escribe tres argumentos y luego su representante la comparte con el salón.

Analizamos conjuntamente si en efecto la clasificación es consistente; es decir, si resiste la crítica del conjunto de estudiantes.

Actividad 1 **Lectura: ¿son o no son?**

Pedimos a los y las estudiantes que lean los textos referidos a las dos posturas existentes en torno a la clasificación de los virus: la mitad del salón leerá una y la otra mitad, la otra. Les indicamos que extraigan las cinco ideas más importantes. Luego pedimos las ideas centrales y las copiamos en la pizarra. Completamos lo dicho por nuestro alumnado con las ideas que faltan. En seguida, pedimos que vuelvan a tomar postura sobre la clasificación de los virus en algún reino, pero tomando en cuenta los argumentos científicos ya leídos.

Finalmente, preguntamos qué se puede hacer ante las discrepancias –que acaban de revisar– sobre dos posturas científicas que resuelven la clasificación de los virus de diferentes formas. Recogemos las opciones que chicas y chicos plantean y conversamos sobre la viabilidad de asumirlas.



Lecturas

¿SON O NO SON?

Los virus: más allá de la vida

Los virus, qué duda cabe en la actualidad, no pertenecen a ningún reino de la naturaleza porque sencillamente no son seres con vida. En ese sentido, eso hace imposible intentar clasificarlos dentro de algún reino.

Existen dos razones poderosas que permiten hacer esta afirmación de manera contundente e irrefutable. La primera de ellas se sustenta en la evidencia de que todo ser vivo basa su organización estructural en la unidad mínima de vida: la célula. Los virus carecen de estructura celular, es decir, no tienen células. Son simplemente entidades orgánicas compuestas o macromoléculas orgánicas que se activan al interior de algún organismo vivo. Los virus son, químicamente hablando, sólo partículas de ARN (ácido ribonucleico) o ADN (ácido desoxirribonucleico).

La segunda razón, que se deriva directamente de la anterior, es que los virus no cumplen el ciclo vital en la medida que no existe reproducción entre los virus. Estos entes sólo se replican como parásitos al interior de seres vivos. No nacen ni mueren. Sólo se activan o desactivan de acuerdo con el entorno en que se encuentran.

Hay quienes sostienen erróneamente lo contrario a lo aquí formulado, pero estas personas carecen de criterio científico alguno y sólo se

NÚCLEO II: Virus, pobreza y aparición de virus

TERCERA SESIÓN: Condiciones de pobreza y aparición de virus (40 minutos)

Actividades de inicio: DESPERTANDO SABERES E INQUIETUDES

Pedimos a los chicos y las chicas que recuerden casos importantes de enfermedades que afectan a la humanidad.

Actividades de construcción: CONSTRUYENDO SABERES

Actividad 1: **Lectura**

Indicamos que formen grupos para que lean los textos que distribuiremos y señalamos que deben anotar en sus cuadernos las ideas más importantes de la lectura.

Lecturas

VIRUS DE LA INMUNODEFICIENCIA HUMANA (VIH)

Miembro de la familia de virus conocida como *Retroviridae* (retrovirus), clasificado en la subfamilia de los *Lentivirinae* (lentivirus). Estos virus comparten algunas propiedades comunes: periodo de incubación prolongado antes de la aparición de los síntomas de la enfermedad, infección de las células de la sangre y del sistema nervioso y supresión del sistema inmunitario. La característica única que distingue a los retrovirus y permite su clasificación es la necesidad de transformar su información genética, que está en forma de ARN, en ADN (proceso de transcripción inversa) mediante una enzima que poseen, conocida como transcriptasa inversa. La infección humana por el virus VIH produce una compleja enfermedad denominada síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), que puede tardar en desarrollarse más de diez años. El descubrimiento de la relación entre el síndrome de inmunodeficiencia adquirida y la infección por VIH se atribuye al grupo dirigido por Luc Montagnier del instituto Pasteur de París, en 1983. Otros investigadores estuvieron implicados en el descubrimiento, como el equipo de Robert Gallo, del National Cancer Institute, o el equipo de Jay Levy de la UC de San Francisco.

El VIH infecta a las células que tengan en su superficie la molécula CD4 (una proteína que pertenece a algunas células del sistema inmunológico y que el VIH utiliza como receptor). De este modo el virus se une a la membrana celular. Tras esta unión, el nucleoide viral se introduce en la célula y, mediante el proceso de transcripción inversa, el ARN viral se transforma en ADN de doble hebra. Este ADN viral es transportado al núcleo de la célula, donde se inserta o se integra al ADN de los cromosomas de la célula. Cuando se producen los estímulos necesarios, se desencadena el proceso de formación de nuevos viriones. El ADN viral integrado en los cromosomas de la célula huésped se sirve de los mecanismos de replicación de ésta para su transcripción a ARN mensajero (mARN) y a nuevas hebras de ARN genómico viral. Se produce entonces la traducción del mARN viral

a proteínas virales, y el ensamblaje de viriones nuevos dentro de la célula. Las partículas de VIH así creadas se liberan de la célula tomando en su salida parte de la membrana de la célula para utilizarla como cubierta. La replicación del VIH puede producir la muerte de los linfocitos T CD4 (uno de los distintos tipos de glóbulos blancos). La destrucción de los linfocitos T CD4 paraliza el sistema inmunológico, y este es el mecanismo por el que la infección por VIH produce SIDA.¹³

¹³ "Virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

HANTAVIRUS

Nombre que reciben los virus del género *Hantaanvirus*, que forma parte de la familia *Bunyaviridae* (véase *Bunyavirus*); infectan a los vertebrados (animales con columna vertebral, incluido el hombre). A diferencia de casi todos los miembros de esta familia, que son transportados por mosquitos, chinches y pulgas, los hantavirus utilizan como vectores roedores específicos y se transmiten directamente de hospedante a hospedante por medio de la saliva, la orina o las heces cargadas de virus. El hombre se contagia por exposición a las excreciones secas de roedores infectados. Causan dos enfermedades humanas: fiebre hemorrágica con síndrome renal, que normalmente cursa con lesiones renales; y síndrome de malestar respiratorio agudo, que cursa con lesiones pulmonares.

Los hantavirus son esféricos, de 90 a 100 nanómetros (nm) de diámetro (1 nanómetro es una milmillonésima de metro). Están formados por una cápsula cubierta de púas que rodea tres unidades circulares de ácido ribonucleico (ARN) envueltas en proteína. Aunque recientemente se han identificado muchos hantavirus, su verdadero número y el potencial patológico que presentan son probablemente muy superiores a lo que ahora se cree.

La primera enfermedad humana atribuible a una infección por hantavirus es la fiebre hemorrágica con síndrome renal, identificada a principios de la década de 1950 durante la guerra de Corea. Miles de soldados estadounidenses sufrieron una enfermedad misteriosa caracterizada por fiebre, dolores de cabeza, hemorragias e insuficiencia renal aguda. Pese a la abundante investigación, la causa no se descubrió hasta 26 años después, cuando en 1976 se aisló un virus nuevo llamado Hantaan en un ratón de campo de Corea.

La fiebre hemorrágica con síndrome renal es muy común en Extremo Oriente, sobre todo en China y Corea. Presenta dos exacerbaciones estacionales asociadas con la recolección del trigo en verano y la del arroz a finales de otoño. En estas épocas, las poblaciones de roedores que sirven de hospedantes al virus alcanzan su número máximo y los campos están llenos de polvo que contiene excrementos secos cargados de virus. La infección es mortal en aproximadamente el 5 o el 10% de los casos.

Prevención

El riesgo de infección por hantavirus se puede reducir impidiendo que los roedores vivan en las viviendas humanas o en sus proximidades. Las madrigueras y excrementos se deben impregnar con un desinfectante antes de destruirlos.¹⁴

¹⁴ "Hantavirus", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

VIRUS DE ÉBOLA

Nombre genérico de diversas cepas de virus, de las que tres producen en el hombre fiebre hemorrágica caracterizada por sangrado masivo y destrucción de los tejidos internos. El virus de Ébola pertenece a la familia *Filoviridae*. El virus recibe su nombre del río Ébola, en Zaire (África), donde fue identificado por primera vez.

Se han descrito tres cepas de virus de Ébola que suelen ser mortales para el hombre. Estas cepas se denominan Ébola/Zaire, Ébola/Sudán y Ébola/Tai Forest, nombradas según la zona donde se detectó el primer brote. No se ha observado que la cuarta cepa de virus de Ébola, llamada Ébola/Reston, produzca enfermedad en los humanos. Mientras sigan produciéndose brotes de fiebre hemorrágica de Ébola, es posible que sean identificadas otras cepas.

Síntomas

El virus de Ébola causa fiebre hemorrágica que se caracteriza por síntomas como dolor de cabeza intenso, debilidad y dolores musculares, seguidos de vómitos, dolor abdominal, diarrea, inflamación de la garganta (faringitis) y de las membranas mucosas de los ojos (conjuntivitis), sangrado por los orificios corporales y con frecuencia destrucción de los tejidos internos. La causa directa de la destrucción celular y tisular es la velocidad de la replicación viral en las células infectadas. El comienzo de la enfermedad es repentino y por lo general progresa con rapidez hacia el agotamiento extremo (postración), la deshidratación y la muerte.

En la actualidad, existe una pequeña esperanza de desarrollar una vacuna contra el virus de Ébola. Durante 1995, al término de un brote en Zaire, se transfundió sangre de pacientes convalecientes a enfermos muy graves en un intento de transferir anticuerpos y linfocitos T (un tipo de células blancas de la sangre) que pudiesen neutralizar el virus de Ébola y destruir las células infectadas. Este procedimiento obtuvo algún éxito.

El virus de Ébola fue identificado por primera vez en 1976 al producirse dos epidemias de fiebre hemorrágica, una en Zaire y la otra a 600 km de distancia en Sudán. En su conjunto se registraron más de 550 casos y 430 muertes.

En 1989 se identificó una tercera cepa de virus de Ébola en un recinto de cuarentena en Reston, Virginia, donde cientos de monos importados de Filipinas fallecieron. El virus de Ébola/Reston parecía no provocar la enfermedad en el hombre –aunque cuatro técnicos de laboratorio fueron infectados por el virus, ninguno desarrolló la enfermedad. Durante el verano de 1995 se produjo en Zaire una nueva epidemia importante de fiebre hemorrágica de Ébola, esta vez en la ciudad de Kikwit y sus alrededores, que afectó a 315 personas de las que fallecieron 242. Diecinueve años después, y con una distancia de 500 km, las cepas de virus de Ébola aislados en Zaire en 1976 y 1995 eran casi idénticas¹⁵.

¹⁵ "Hantavirus", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

POLIOMIELITIS

Enfermedad infecciosa viral del sistema nervioso central que en muchos casos provoca, como secuela, una parálisis. La mayor incidencia se produce entre los 5 y los 10 años, denominándose en este caso *parálisis infantil*. En climas templados su incidencia es mayor. La enfermedad fue descrita por el ortopedista alemán Jacob von Heine en 1840.

Síntomas

El virus penetra en el organismo por vía digestiva y se extiende por los tractos nerviosos afectando a varias partes del sistema nervioso central. El periodo de incubación oscila entre 4 y 35 días. Los primeros síntomas incluyen astenia, cefaleas, fiebre, vómitos, estreñimiento, rigidez cervical y, en menor medida, diarrea y dolor en las extremidades. Como las células nerviosas destruidas no se reparan ni se reemplazan, la lesión de las que controlan los movimientos musculares puede producir una parálisis permanente. Cuando las células nerviosas afectadas son las de los centros respiratorios hay que aplicar al paciente respiración artificial. Sólo 1 de cada 100 casos de infección aguda de poliomielitis acaba en parálisis.

Tratamiento

No se ha descubierto ningún fármaco eficaz frente a los poliovirus, por lo que el tratamiento debe ser exclusivamente sintomático. Se debe utilizar calor húmedo y fisioterapia para estimular la musculatura, tratamientos iniciados por la enfermera australiana Elizabeth Kenny; además, son necesarios los fármacos antiespasmódicos para conseguir relajación muscular. Durante la convalecencia debe usarse terapia ocupacional.

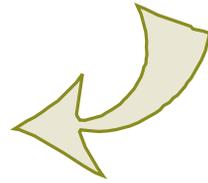
Control de la enfermedad

En 1949 el bacteriólogo John Franklin Enders consiguió cultivar los poliovirus en el laboratorio. El médico y epidemiólogo Jonas Salk desarrolló una vacuna de virus inactivados mezclando las tres cepas del virus. En 1954 la vacuna se empezó a utilizar masivamente. Más tarde, el virólogo Albert Sabin desarrolló una vacuna oral de las tres cepas del virus atenuado, la *vacuna trivalente oral para la polio* (TOPV). Desde 1963, dada su mayor eficacia, sustituyó en todo el mundo a la vacuna Salk. Gracias a la inmunización rutinaria, los casos de polio han disminuido mucho en Occidente, desde cientos de miles de casos anuales en 1952 hasta sólo unos cuantos casos al año en la actualidad.

La vulnerabilidad de la población no inmunizada quedó demostrada en 1979, cuando se produjeron 16 casos de parálisis por polio en la población Amish no vacunada de Estados Unidos y Canadá.¹⁶

¹⁶ "Poliomielitis", *Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99*. © 1993-1998 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Terminada la lectura, pedimos que cada grupo presente, a través de su representante, las ideas centrales de la lectura. Por nuestra parte planteamos preguntas de opinión, comprensión y análisis.



Preguntas

- ☞ ¿En qué países se desarrollaron estas enfermedades?
- ☞ ¿Qué características tienen estos países?
- ☞ ¿Por qué la pobreza está ligada a la aparición de enfermedades?
- ☞ ¿Qué dificultades habrá en nuestros países para enfrentar estas enfermedades?
- ☞ ¿Qué condiciones facilitan la lucha contra los virus en los países ricos?
- ☞ ¿Por qué aparecen nuevos virus?
- ☞ ¿Quién tiene la obligación de combatirlos?

Actividades finales: INCORPORANDO SABERES A LA VIDA

Actividad 1: **Elaboración de afiche de protección contra virus**

Solicitamos que formen grupos de tres o cuatro estudiantes y les damos la consigna de hacer un afiche para promover las distintas formas de prevención de enfermedades (cada grupo debe idear las medidas de prevención).

Algunas ideas para complementar al final de la presentación:

1. Conocer y usar las inmunizaciones.
2. Lavarse las manos antes de comer y luego de usar el baño.
3. Hervir y cubrir los alimentos.
4. Ventilar y limpiar las habitaciones.
5. Evacuar adecuadamente la basura.
6. Establecer un buen sistema de eliminación de excretas.
7. Protegerse en las relaciones sexuales o contactos, según el caso.
8. No compartir objetos íntimos de uso personal.
9. Exigir medidas de protección en los servicios de salud.
10. Usar apropiadamente los medicamentos.
11. Luchar contra la contaminación.

Actividad 2: Tarea para la casa

Encuesta en farmacias y personal de salud de postas o centros médicos

Dividimos el salón en cinco grupos. Cada grupo deberá escoger una pregunta sobre el tema de la sesión de aprendizaje, para ser consultada a cinco personas que trabajen en farmacias o centros de salud. Las respuestas deberán ser transcritas en sus cuadernos:

- ☞ ¿Qué papel cumplen los laboratorios farmacéuticos en el mundo?
- ☞ ¿Cuál es la diferencia entre el costo de un medicamento genérico y otro de marca? (comparar precios).
- ☞ ¿Cómo logran hallar fórmulas de medicinas para combatir enfermedades?
- ☞ ¿Consideran que todos los medicamentos que se producen son eficaces?
- ☞ ¿Quiénes tienen acceso a los medicamentos?

NÚCLEO 3

SESIÓN 4: El reino de la industria farmacéutica

Actividades de inicio: DESPERTANDO SABERES E INQUIETUDES

Actividad 1: **Presentación de las encuestas**

Pedimos a nuestras alumnas y nuestros alumnos que se sienten en grupos. Luego solicitamos que cada grupo presente las respuestas obtenidas en la tarea; asimismo, pedimos comentarios y opiniones y planteamos preguntas de profundización, siempre tratando de generar diferentes puntos de vista e incitando a la duda.

Al final, ponemos en relieve las ideas más importantes recogidas en la encuesta.

Actividades de construcción: CONSTRUYENDO SABERES

Actividad 1: **El reino oscuro de los laboratorios**

Ahora dividimos el salón en seis grupos. A cada grupo le damos una lectura diferente.

Lecturas

PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DESTINADOS A OBTENER RESULTADOS MÁS LUCRATIVOS

La industria farmacéutica produce millones de dólares de ganancia en el mundo. Los laboratorios dedican sumas importantes para la investigación. Sin embargo, los intereses de las empresas no se dirigen a resolver los problemas de salud que más afectan a la humanidad, sino a atender aquellos cuya solución puede brindar mayores dividendos.

El ejemplo de las vacunas es uno de los más claros: a pesar de que las vacunas pueden morigerar los males que afectan a las poblaciones más pobres del mundo, el mercado de las vacunas alcanza solamente alrededor de los 3000 millones de dólares, mientras que un solo remedio como el Epogen tiene un mercado de 1200 millones de dólares. Es evidente que las empresas se inclinan hacia la producción de medicamentos que proporcionan las mayores ganancias.

Aun en los países desarrollados no todos los medicamentos son accesibles para la mayoría de personas. Sólo personas con mucho dinero pueden acceder a las medicinas más sofisticadas.

A partir de esta información podemos intentar respondernos cuáles son los verdaderos intereses de las empresas farmacéuticas.

COSTO Y AUMENTO DESMEDIDO DEL PRECIO DE LOS MEDICAMENTOS

La industria farmacéutica lucha permanentemente por el dominio de los mercados, es decir, por ampliar sus ventas. El valor aproximado de su producción en 1990 fue de 186 mil millones de dólares y se proyecta que en el año 2000 ese valor se ubique en 330 mil millones.

Este aumento es preocupante para las personas que necesitamos las medicinas porque se observa que las ganancias aumentan sin que crezca el número de personas que pueden comprar. En el Perú, por ejemplo, el valor del mercado pasó de 231 millones a 435 millones sin que se aumenten las ventas. Esto indica que los precios suben permanentemente y que cada año es menos la gente que accede a los medicamentos.

Es necesario encontrar formas de regular los precios para que sean accesibles a las mayorías. El mercado no debe definir el acceso a los medicamentos, es decir, quien tiene que comprar y quien no tiene que no comprar. En salud esto es muy peligroso porque se está jugando con la vida de las personas.

Hay instituciones importantes, como Acción Internacional para la Salud, que reclama transparencia en la fijación de los precios; que se establezcan precios justos tomando en cuenta los componentes utilizados y que se eviten las distorsiones que afectan seriamente los precios.

Recordemos que no hace mucho, un buen número de manifestantes destruyeron una exposición de grandes laboratorios en Suiza, denunciando los altos precios de medicinas para portadores del VIH (sida) que en realidad deberían tener el costo de una aspirina.

OBSTÁCULOS PARA LAS LICENCIAS OBLIGATORIAS

Al inventar una fórmula para determinada enfermedad, las grandes empresas farmacéuticas patentan su descubrimiento y así nadie más la puede utilizar. Asegura de este modo que todas las ganancias de venta sean exclusivas para su empresa. Durante quince años, ninguna otra empresa puede hacer uso de esa fórmula. Terminado este tiempo, cualquier laboratorio puede producir esta medicina.

Sin embargo, las empresas hacen de las suyas para no perder la patente; por ejemplo, vender la patente a otra empresa antes de que el plazo expire. Así, la nueva empresa propietaria de la patente extiende el plazo de funcionamiento. Otras empresas extienden el monopolio de las ventas indicando que han descubierto que su remedio también es útil para otras enfermedades. De esa manera también alargan los plazos en su beneficio.

Lo dramático de este problema es que en casos de epidemias, los países afectados no pueden producir el medicamento porque no tienen la patente... y tampoco tienen dinero para comprar las medicinas a la empresa propietaria. Esto está ocurriendo con el sida. Varios países se ven obligados a comprar medicina carísima, pudiendo producirla en su país a menor costo.

ROBO DE LA PROPIEDAD INDÍGENA

Desde hace siglos los pueblos indígenas conocen los poderes medicinales de las plantas. Nuestras abuelas aún conocen cuáles hierbas son buenas para aliviarnos de los males que nos aquejan. Aprovechándose de estos conocimientos, que forman parte del patrimonio de nuestros pueblos, hay científicos y empresas farmacéuticas muy interesadas en apropiarse de estos tesoros.

Lo que hacen para lograr este propósito es hacer investigaciones científicas para demostrar el valor medicinal de “su” producto y darle una presentación en píldoras para patentarlo y adjudicarse la propiedad intelectual. Esta forma de robo se ha hecho común en nuestros tiempos. ¡Como si el conocimiento científico fuera la única forma de conocimiento existente! Muy por el contrario, hay diversas formas de conocer que no son precisamente científicas y son tan o más valiosas: el conocimiento popular, el arte, la filosofía, el conocimiento artesanal, etc.

Debido a esta situación han aparecido fundaciones dedicadas a velar por los bienes espirituales y materiales de los pueblos indígenas. Estas instituciones buscan evitar su utilización inapropiada por organizaciones científicas que pretenden lucrar con el conocimiento ajeno.

Una de las últimas “hazañas” de este tipo de apropiación fue la de un investigador norteamericano que quiso patentar el ayahuasca como un descubrimiento suyo.

Otra forma de apropiarse de los remedios naturales es comprar el máximo de la producción de una planta para monopolizar el mercado. Que no nos extrañe que un día se esté sembrando manayupa y uña de gato en algún lejano país de Europa u otro lugar del mundo, como ha sucedido antes con otros productos.

PROMOCIÓN INAPROPIADA DE MEDICAMENTOS

Las empresas farmacéuticas gastan dos veces más en publicidad para sus productos que en investigación. En otras palabras: se esfuerzan más en convencer al público para vender sus medicamentos que en hacer descubrimientos.

La promoción inadecuada de medicamentos ha llamado la atención desde hace tiempo a la Organización Mundial de la Salud. Este organismo recomienda que los países tomen medidas legales para evitar perjuicios en la población por la desinformación a la que inducen las empresas farmacéuticas.

Según muchas empresas, para la promoción de sus productos “vale todo”: por ejemplo, revistas especializadas, folletería, incentivos económicos, visitadores médicos, financiamiento de reuniones de profesionales de la salud, influencia en organizaciones científicas y en asociaciones de pacientes.

La mayor y más permanente presión recae sin duda sobre quienes ejercen la medicina. Incluso podría decirse que muchos de sus conocimientos proceden más de los grandes laboratorios que de las universidades. Es conocido que hay quienes ejercen su profesión dedicándose sólo a prescribir recetas de los medicamentos de determinadas empresas.

MEDICAMENTOS PROBLEMA

Los medicamentos cumplen una función importante en los sistemas de salud. Sin embargo, junto a los remedios de probada calidad hay en el mercado productos que no cumplen este criterio elemental. En verdad, las empresas farmacéuticas viven el dilema de responder ante una necesidad real de salud y abrir nuevos mercados para obtener mayores ganancias.

A continuación, un listado de medicamentos considerados problemáticos:

- a. Productos peligrosos: medicamentos severamente restringidos o retirados del mercado de los países desarrollados, pero que son comercializados en países pobres.
- b. Productos ineficaces: medicamentos que no han probado ser eficaces, o sea que no curan.
- c. Productos irracionales: medicamentos que mezclan sustancias y no ofrecen ventaja alguna, y más grave aún, sustancias con efectos opuestos.
- d. Productos innecesariamente caros: medicamentos que no ofrecen ventajas de eficacia o seguridad, pero cuyos costos son muy altos comparados con otras terapias existentes.
- e. Productos inapropiados: medicamentos que contienen sustancias innecesarias, como los estimulantes de apetito.

Es imprescindible que los gobiernos nacionales apliquen y fortalezcan políticas farmacéuticas que permita una oferta de medicamentos ajustada a las necesidades de salud pública.

MEDICAMENTOS ESENCIALES

Cada día aparecen nuevos medicamentos en el mercado y son recomendados por médicos. Sin embargo la gran cantidad de remedios existentes no responde a las necesidades reales de la salud de la población. La mayoría de nuevos remedios que salen a la venta no presentan mayores ventajas frente a los que ya existían.

Un estudio hecho en Francia sobre 508 nuevos productos farmacéuticos lanzados al mercado entre 1975 y 1984 halló que el 70% no ofrecía ventajas terapéuticas. Por su parte, la FDA (organización que controla la calidad de alimentos y medicamentos en los Estados Unidos) encontró que el 84% de los 348 nuevos productos de las 25 más grandes compañías farmacéuticas hizo poca o ninguna contribución terapéutica. De otro lado, las novedades tienen precios que las hacen inaccesibles a la mayoría de la población.

Por todo ello apareció el concepto de "medicamento esencial", para evitar el abuso en la comercialización de los remedios e indicar a pacientes y médicos. Las siguientes condiciones hacen de un remedio un medicamento esencial:

- Responde a necesidades médicas reales.
- Tiene comprobada eficacia.
- Es seguro.
- Es económicamente accesible.

Por eso al recibir un receta de cualquier profesional de la salud es conveniente exigir que ponga el nombre del medicamento genérico o esencial. Si escribe sólo el nombre comercial del remedio, podemos exigirle que ponga el nombre genérico.

Al final de la lectura pedimos a los grupos que compartan con el salón el contenido de la lectura y que den una opinión sobre ésta, tratando de responder las siguientes preguntas:

- ◆ ¿De qué trata la lectura?
- ◆ ¿En qué se afecta la salud de la población con el problema que presenta la lectura?
- ◆ ¿Qué opinión tienen sobre el problema?
- ◆ ¿Qué podemos hacer para enfrentar el problema?

Un detalle: las preguntas deben contestarlas varias personas del grupo. Además, haremos preguntas de comprensión y pediremos su opinión a diferentes estudiantes.

Actividad 2: Interés público e interés privado. El juicio

Estamos en el año 2003. El laboratorio Sainfonsei ha descubierto la vacuna contra el VIH. La población de personas portadoras del virus es de 100 millones de individuos. Sainfonsei pretende vender la vacuna a 1000 dólares. Está claro que así no podrá ser aplicada a la gente más pobre. Las ciudadanas y los ciudadanos del mundo reclaman por precios más justos.

Hay un juicio, planteado por la ciudadanía a través de un organismo de defensa del consumidor, que reclama que la fórmula sea difundida y no se monopolice. La empresa por su parte, se defiende afirmando que tiene la patente legal y tiene derechos sobre la fórmula puesto que ha invertido grandes sumas para obtenerla.

Solicitamos voluntarios para que se distribuyan los papeles a asumir en este juicio (ver detalles en el recuadro). Posteriormente les damos quince minutos para que escriban sus ideas referidas a la representación.

Indicamos al jurado que no debe votar por lo que creen justo, sino decidir tomando en consideración los argumentos más sólidos presentados por ambas partes.

Núcleo 4

SESIÓN 5: Actividad de compromiso

Actividades de inicio: DESPERTANDO SABERES E INQUIETUDES

Planteamos a nuestros y nuestras estudiantes la realización de una actividad en defensa del derecho a la salud. Podemos presentar algunas alternativas como estas:

- ◆ Campaña a favor de los medicamentos esenciales. Por ejemplo, repartir volantes en el hospital o los centros de salud.
- ◆ Campaña de difusión de la medicina alternativa en el colegio.
- ◆ Carta al Ministerio de salud.
- ◆ Campaña de prevención del Sida.
- ◆ Identificación de basurales y denuncia al municipio distrital respectivo.

Actividades de construcción: CONSTRUYENDO SABERES

Una vez que definimos en conjunto la actividad, ayudamos a su planificación cuidadosa y, si hiciera falta, orientamos su realización.

Analizamos si efectivamente las actividades de aprendizaje desarrollan aprendizajes en las dimensiones ética, política, socio-afectiva e intelectual.

Tomando en cuenta los siguientes aspectos se preparan los materiales de trabajo y se lleva a cabo la actividad:

- ◆ ¿Qué objetivos piensan lograr con la campaña?
- ◆ ¿A qué sector social va dirigido: niños, amas de casa, estudiantes, vecinos, etc.?
- ◆ ¿Qué textos pueden ser movilizadores para la población?
- ◆ ¿Con qué materiales contamos: plumones, témperas, papel periódico, máscaras, cartulinas, etc.?
- ◆ ¿Cómo se van a organizar en el recorrido?

Luego de la preparación de los materiales, se revisa lo ejecutado y se lleva cabo la actividad.

Actividades finales: INCORPORANDO LOS SABERES A LA VIDA

Realizamos primero la autoevaluación de la campaña tomando en cuenta criterios tales como: organización, responsabilidad, cumplimiento de los objetivos. Luego se lleva a cabo la interevaluación, incidiendo en los aciertos del trabajo.

- AGUILAR TUSTA
19s99 **Alfabetización científica y educación para la ciudadanía**. Madrid: Edit. Narcea.
- ALIC, MARGARET
1991 **El legado de Hipatía**. Méjico: Siglo XXI.
- ARREGUI, PATRICIA Y CUETO SANTIAGO (comps.)
1997 **Educación ciudadana, democracia y participación**. Lima: GRADE.
- ASOCIACIÓN AMERICANA DE MUJERES UNIVERSITARIAS
1995 **Cómo las escuelas estafan a las niñas**. Washington. D.C.: Wellesley College Center for Research on Women.
- BENLLOCH, MONTSE.
1999 *Tendencias actuales*, En: **Cuadernos de Pedagogía** 281, pp. 44-47. Barcelona.
- CLAIR, RENÉE
1996 **La formación científica de las mujeres**. Madrid: Edic. UNESCO.
- CORTEL, ADOLF
1999 *El trabajo experimental*. En: **Cuadernos de Pedagogía** 281, pp. 60-63.
- DI TROCCHIO, FEDERICO
1998 **Las mentiras de la ciencia**. Madrid: Alianza Editorial.
- EIJKELHOP, HARRIE
La interacción entre ciencia y tecnología en la educación secundaria. En **Revista de Educación** 310, pp. 29-42. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Cultura.
- FEYERABEND, PAUL
Tratado contra el método.
- HARDING, SANDRA
1996 **Ciencia y feminismo**. Madrid: Morata.
- LÓPEZ, SINESIO
1997 **Ciudadanos reales e imaginarios**. Lima: Instituto de Diálogo y Propuesta.
- PÉREZ, CARLOS
1998 **Sobre un concepto histórico de ciencia**. Santiago de Chile: LOM Ediciones.
- SÁEZ Y CARRETERO
El razonamiento científico en un currículum de ciencia integrado. En: **Revista de Educación** 310, pp 43-62. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Cultura.
- SANMARTÍ, IZQUIERDO Y GARCÍA
1999 *Hablar y escribir: una condición necesaria para aprender ciencias*. En: **Cuadernos de Pedagogía** 281, pp. 54-57.
- STONE, MARTHA (comp.)
1999 **La enseñanza para la comprensión**. Buenos Aires: Edit. Paidós.

La Educación Ciudadana en el Área de Ciencia, Tecnología y Ambiente

La educación ciudadana en el área de Ciencia, Tecnología y Ambiente, forma parte del Módulo de desarrollo curricular del eje “Conciencia democrática y ciudadanía”. A lo largo de este fascículo se presenta el aporte de la educación ciudadana a la enseñanza de las ciencias y lo que ésta puede aportar a la formación ciudadana. Nos interesa ver cómo, en las sociedades modernas y no modernas de este mundo de inicios de siglo, la ciencia y su hermana la tecnología, marchan por un carril que no se encuentra aislado. Ambas están relacionadas muy estrechamente relacionadas con múltiples aspectos de la vida pública, social y privada de nuestra especie.

Los dos primeros capítulos analizan los elementos para pensar la naturaleza de la ciencia y las imágenes construidas alrededor de ella. Aborda las visiones esquemáticas de ciencia que hay que superar, así como, las ilusiones de la experimentación; el tercero, nos entrega la necesaria articulación entre ciencia, tecnología y sociedad, y la importancia de la investigación en el centro de las ciencias; el cuarto, reflexiona acerca del sentido de la educación en general y de la enseñanza de las Ciencias Naturales en particular.

Finalmente el fascículo trabaja una propuesta para el diseño de unidades de aprendizaje que permitan la incorporación de los asuntos públicos en el área.