



Apropiación de conceptos de ciencia, tecnología y sociedad

Autor: Andres Orlando Gomez Lopez

••••

Apropiación de conceptos de ciencia, tecnología y sociedad / Andres Orlando Gomez Lopez / Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-5462-02-1

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA
© 2017, PROGRAMA ESPECIALIZACION EN PEDAGOGIA Y DOCENCIA
© 2017, ANDRES ORLANDO GOMEZ LOPEZ

Edición:

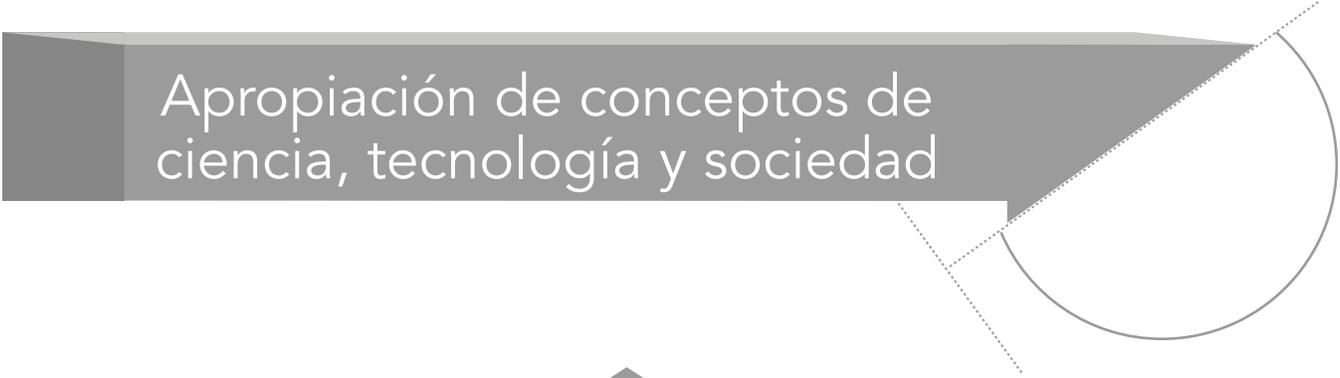
Fondo editorial Areandino
Fundación Universitaria del Área Andina
Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia
Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228
E-mail: publicaciones@areandina.edu.co
<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: octubre de 2017

Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales
Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia
Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.



Apropiación de conceptos de
ciencia, tecnología y sociedad

Autor: Andres Orlando Gomez Lopez





Índice

UNIDAD 1 PARADIGMAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UNA MIRADA CRÍTICA

Introducción	6
Metodología	7
Desarrollo temático	10

UNIDAD 2 EL DETERMINISMO TECNOLÓGICO “VS” EL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA

Introducción	21
Metodología	22
Desarrollo temático	25

UNIDAD 3 CTS Y EDUCACIÓN

Introducción	34
Metodología	35
Desarrollo temático	38

UNIDAD 4 METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA DEL CTS

Introducción	48
Metodología	49
Desarrollo temático	52

Bibliografía	62
--------------	----



PARADIGMAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA: UNA MIRADA CRÍTICA



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

INTRODUCCIÓN

En esta primera unidad se desarrollarán los principales conceptos alrededor de los paradigmas que dieron origen a la ciencia, así como abordajes contemporáneos sobre la ciencia y la tecnología que se contraponen a esta visión clásica.

La claridad en estos conceptos permite distinguir cual es la visión de ciencia y tecnología predominante en nuestra sociedad; cómo se relacionan los orígenes de la ciencia con las visiones actuales de la tecnología y consolidar elementos teóricos para una lectura crítica sobre la ciencia.

METODOLOGÍA

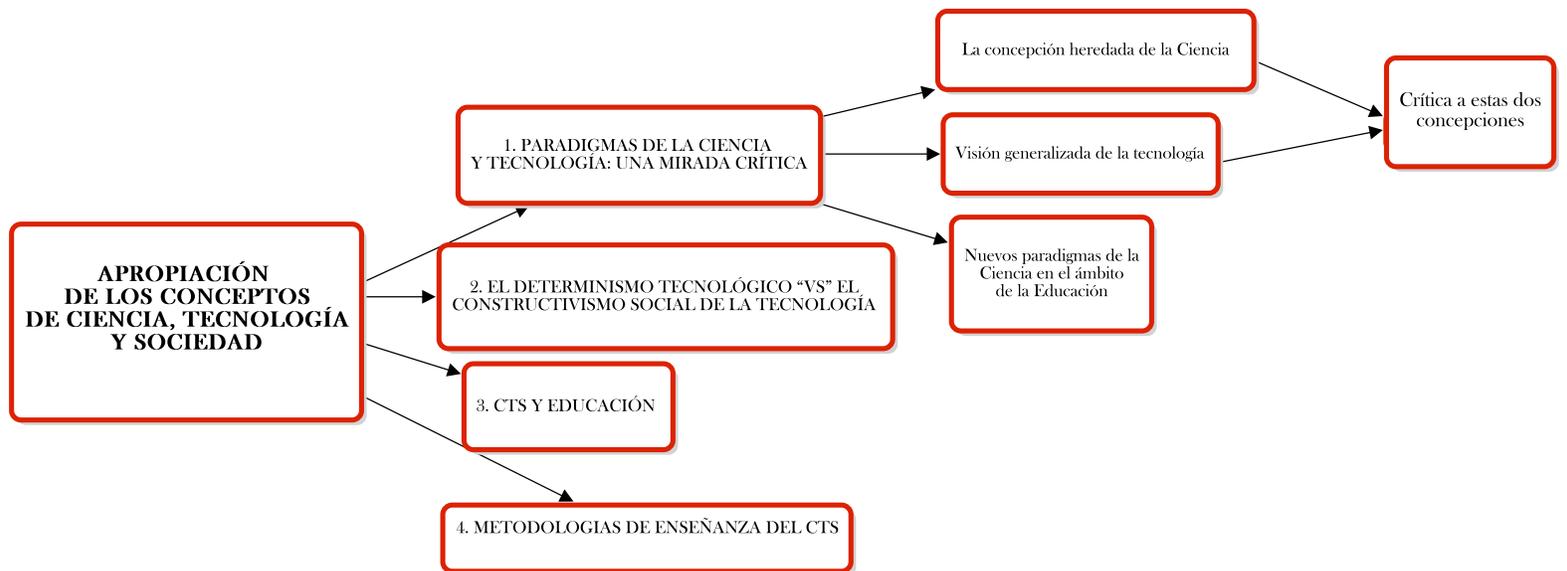
A través de esta cartilla, el desarrollo del aprendizaje académico se realiza a través del siguiente camino:

Se comienza por el abordaje a la manera en que se ha ejercido y usado la ciencia. El automóvil sobre el cual se enruta éste abordaje es un concepto central. El Positivismo lógico. Se parte de esto para explorar otra práctica interiorizada en el colectivo y es la manera como se entiende la tecnología, algo directamente relacionado con la manera como se entiende a la ciencia.

Frente a esto, la cartilla presenta al estudiante una alternativa para entender y usar tanto la ciencia como la tecnología, enfocando su mirada al ámbito de la educación.

A lo largo de la cartilla se acude a preguntas que tienen el objetivo de provocar la reflexión del estudiante, las cuales pueden ser aprovechadas tanto para el encuentro sincrónico entre el profesor y el estudiante como para la actividad evaluativa de la unidad.

MAPA CONCEPTUAL



OBJETIVOS Y/O COMPETENCIAS DE APRENDIZAJE

El desarrollo teórico y la aplicación de las estrategias pedagógicas y metodológicas correspondientes permitirán que el estudiante alcance una vez finalizada la unidad los siguientes objetivos de aprendizaje:

- 1- Comprender los conceptos de la denominada “concepción heredada de la ciencia y concepción generalizada de la tecnología” para entender el marco epistemológico sobre el cual se han entendido mayoritariamente los conceptos de ciencia y tecnología.
- 2- Identificar una perspectiva crítica de la concepción heredada de la ciencia y de la visión generalizada de la tecnología para entender los postulados de una nueva manera de entender a la ciencia y a la tecnología en relación con la sociedad.
- 3- Conocer nuevos paradigmas que estudian la ciencia, distintos al Positivismo lógico, para visualizar otras formas de enseñanza de la ciencia y por tanto de la tecnología.

DESARROLLO TEMÁTICO

1.1. La concepción heredada de la ciencia. El paradigma Positivista de la ciencia.

Muy seguramente, la mayoría de personas que hoy toman este curso, han elaborado alguna investigación en su trayectoria académica que les ha demandado seguir un conjunto de reglas que se le conocen como “metodología de investigación”, lo cual ha dotado dicho trabajo de un “rigor científico”.

Generalmente, el fundamento metodológico se trata de realizar un ejercicio de búsqueda de evidencia, sobre una hipótesis planteada, a través de la observación de lo que comúnmente se nombra como “la realidad”. El estudio generalmente finaliza cuando se encuentra la evidencia suficiente para concluir la certeza o la falsedad de la hipótesis presentada (que a la vez se ha derivado de la conclusión de un estudio anterior) y agregar algunas otras consideraciones a la misma.

Así, el investigador en occidente se acostumbró a realizar un método de verificabilidad de resultados, propio de lo que la historia de la ciencia clasifica como Empirismo lógico o **Positivismo lógico**.

El positivismo lógico ha sido el paradigma

predominante de la ciencia, a principios del siglo XX alcanzó un fuerte auge y que aún permanece en la mente de muchos científicos naturales y sociales debido a la creencia de que el progreso científico en las sociedades sólo es posible a través de la experiencia **observable, manipulable y medible** cuya medición debe realizarse bajo condiciones de **objetividad y control**, y con un **lenguaje lógico – formal** (FLÓREZ, R y TOBON 2001).

Pues bien, el ejercicio de investigar se encuentra altamente influenciado por este paradigma. Aun cuando se reconoce abiertamente la crisis del positivismo en las ciencias sociales¹ y en la actualidad se pueden identificar paradigmas y enfoques de investigación contemporáneos que se contraponen a los postulados del positivismo; este paradigma sigue constituyendo una forma predominante de entender y practicar la ciencia, respondiendo a lo que se conoce como la “concepción heredada de la ciencia” o la visión tradicional.

Muchas veces sin saberlo, se reproduce esta forma de ejercicio científico que determina la manera de analizar el mundo, moldeada por el Positivismo Lógico cuyas ideas básicas se fundamentan en la “teoría verificacionista del significado” desarrollada por el denominado “Círculo de Viena” y el cual se centra en la demostración lógica de los descubrimientos y leyes (MARTÍNEZ ALVAREZ, 2000)

Para los Positivistas, las teorías científicas eran sobre todo conjuntos de enunciados que trataban de explicar el mundo natural de un modo objetivo, racional y libre de cualquier valor externo a la propia ciencia.

Martínez ha expuesto que la llamada concepción heredada de la Ciencia...

(...) no sólo se formó por los aportes del Círculo de Viena sino también por las premisas conceptuales y prácticas científico-tecnológicas anteriores a la etapa de consolidación de la denominada concepción heredada, como por ejemplo, el funcionamiento de las Universidades alemanas de inicios del Siglo XIX, en donde se creó una estructura departamental fragmentada, sobre la base de disciplinas a fines; y los planteamientos teóricos de científicos sociales como Saint-Simon, Durkheim o Weber”.(MARTÍNEZ ALVAREZ, 2000).

- Características de la concepción heredada de la ciencia

La primera característica de esta visión que se ha heredado de la manera de construir ciencia, es la noción de ciencia como una forma de conocimiento que descubre la realidad de una manera **autónoma, objetiva y neutral**, a través de una herramienta racional o intelectual denominada “método científico” (OEI. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 2001).

Se trata de una concepción de la ciencia vista como un proceso cognitivo autónomo, objetivo y neutral que se presenta como desligado de intereses determinados y que no es influenciado por las creencias, opiniones, valores o intereses de los investigadores. Así, desde esta perspectiva, la Ciencia no tiene nada que ver con el contexto po-

lítico, económico, social del lugar donde es concebida.

Es en el marco de esta interpretación de la ciencia, donde nace la idea del **científico** como un estudioso que distancia su subjetividad (construida por el contexto o el ambiente en el que vive y/o desarrolla cada proyecto científico que emprende) del proceso de investigación, constituyéndose esta una característica central en la aplicación del método científico.

Por tanto, el **método científico** es definido como: (OEI. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 2001).

Un procedimiento reglamentado para evaluar la aceptabilidad de enunciados generales sobre la base de su apoyo empírico y su consistencia con la teoría de la que deben formar parte.

Una segunda característica de esta visión de la ciencia es la concepción de ésta como un cúmulo de conocimientos en el que una innovación supera a otra indefinidamente, desarrollo concebido como un avance lineal y acumulativo.

Esta visión acumulativa sobre la ciencia, supone que la innovación siguiente siempre será mejor que la presente porque ha partido de sus conclusiones para añadir sus propios resultados, lo que dota de una linealidad “natural” a la ciencia. Hay un carácter acumulativo y progresivo en el desarrollo científico porque se supone que se incorporan las viejas teorías en teorías más comprensivas por medio de la subsunción lógica. (MARTÍNEZ ALVAREZ, 2000)

Estas características inciden de manera fundamental sobre el científico, a su actividad y a la manera como se ejerce su actividad en

¹ Lo que Kuhn denominó la transición de un viejo paradigma a un nuevo paradigma.

la sociedad occidental y moderna. Por supuesto, cada una de las características atribuidas a la ciencia permitió definir y posicionar la actividad científica en las sociedades, al mismo tiempo ubicó a lo subjetivo y a lo no observable en el nivel de lo pseudocientífico y sin rigor ni seriedad. Es tanto así, que aún hoy, el desarrollo de la **investigación cualitativa** debe competir fuertemente para su reconocimiento en el campo científico, a diferencia de la valoración implícita de “científica” que reviste de manera “natural” a las ciencias naturales y/o la **investigación cuantitativa**.

Con el fin de ampliar los efectos que ha dejado esta visión heredada de la ciencia a las sociedades modernas, se relacionan algunas consecuencias que para el campo de la educación y la enseñanza ha traído la predominancia de este paradigma:

MITOS GENERADOS POR LA CONCEPCION HEREDADA DEL POSITIVISMO LÓGICO SOBRE LA CIENCIA QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA

1. La observación y la experimentación son neutras, esto es, no son contaminadas por ideas. No obstante la enseñanza la mayor parte de las veces es “libresca”, sin trabajo experimental.
2. Se presenta un método científico rígido que se desarrolla como un conjunto de etapas que se deben seguir mecánicamente.
3. Se transmiten conocimientos ya elaborados sin tener en cuenta una visión problemática (mostrando los problemas que generó su construcción) e histórica o contextualizada.
4. Una visión acumulativa y lineal.

5. Individualista.
6. Elitista.
7. Descontextualizada y socialmente neutra.

Fuente: (OEI. Cuadernos de Iberoamérica. 2001. Y MARTÍNEZ ÁLVAREZ, Fidel. 2000).

Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente hacer un alto en este punto del módulo y preguntarse si:

¿Es posible desarrollar estrategias pedagógicas constructivistas bajo esta mirada reduccionista de la ciencia?

Este curso se enmarca en una especialización de didáctica para la docencia universitaria la cual está relacionada con la manera por medio de la cual se enseña y se reflexiona sobre la ciencia.

1.2 La visión generalizada y tradicional de la tecnología

Por la misma senda en que se ha entendido tradicionalmente a la ciencia, se ha construido una visión clásica de la tecnología. La ciencia, entendida de la manera como lo ha planteado el paradigma dominante que se explicaba en la sección anterior, es prácticamente la única creadora de la tecnología, y por tanto, ésta no es más que un producto de la ciencia.

Al considerar la tecnología como un producto, difícilmente ésta puede significar algo diferente a un **artefacto**, producido por un grupo de científicos neutrales, objetivos y ra-

cionales.

Desde esta visión, la tecnología se ha definido como “el conjunto de procedimientos que permiten la aplicación de conocimientos propios de las ciencias naturales a la producción industrial”; es decir que, la elaboración de artefactos es regida por las leyes fisicoquímicas. (OEI. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 2001).

Esta forma de ver la tecnología implica dos características:

- La tecnología es dependiente del conocimiento científico, o más explícitamente, de la ciencia. En otras palabras, ésta es la base del desarrollo tecnológico industrial, por tanto, la tecnología es la ciencia aplicada; visión que va en consonancia con los postulados del positivismo lógico en la cual la ciencia se constituye en el conocimiento teórico del desarrollo tecnológico.
- Las tecnologías, como productos de conocimiento científico, son valoradas como neutrales, ya que como se cree, si la ciencia es neutral, la tecnología como resultante también lo es.

Estas características pueden parecer naturales, obvias o ciertas, en tanto es la visión que predomina en la sociedad; sin embargo, en éste punto de la presente unidad surge una nueva pregunta para la reflexión del estudiante:

Si la ciencia es neutral y por ende las tecnologías como producto de ésta también lo son: ¿Quiénes tienen responsabilidad sobre el diseño y la aplicación de las tecnologías? ³

Posiblemente, la respuesta que haya pasado por su cabeza tenga un alto grado del componente político. Es decir que, el cuestionamiento sobre la neutralidad y la objetividad del científico lo que conduce es a una inquietud por la influencia que tanto poderes como intereses proyectan sobre él. El científico es, por tanto, un sujeto político.

En este sentido, la valoración neutral que se hace de la ciencia y por ende de la tecnología libera a los científicos de la responsabilidad sobre los usos de los “productos de la ciencia” y descarga la responsabilidad sobre quienes hacen uso de la ciencia aplicada, es decir, de la tecnología” ⁴

Adicionalmente, la relación de dependencia asignada a la ciencia y la tecnología lleva a la disociación o separación entre “la técnica” y “la tecnología”, ya que a la primera se le referencia con “procedimientos, habilidades, artefactos desarrollados sin ayuda del conocimiento científico”, mientras que a la tecnología se le relaciona con sistemas desarrollados teniendo en cuenta ese conocimiento científico” ⁵.

1.3. Una crítica a la concepción heredada de la ciencia y a la visión generalizada de la tecnología



¡¡¡OHH como avanza la tecnología!!!

² Este tipo de preguntas se tendrán en cuenta para realizar en el encuentro sincrónico entre tutor y estudiantes.

³ *Ibid*
⁴ *Ibid*
⁵ *Ibid*



¿Y esto que tiene que ver con la tecnología?

Fuente: <http://sociedadinteraccion.blogspot.com>

Bien, hasta ahora se ha hecho un acercamiento a las visiones clásicas de la ciencia y la tecnología, por lo que es el momento de formularle al estudiante la tercera pregunta que se hace en esta unidad para su reflexión:

¿Son realmente neutrales la ciencia y la tecnología?⁶

La investigación científica, como las diversas actividades humanas son realizadas en contextos específicos, por tanto, el “conocimiento científico” que ésta desarrolla es en todo caso un **conocimiento situado**.

La producción científica está permeada por el entorno en que es concebida y por quien la ejerce, razón por la que es importante cuestionarse por la objetividad del conocimiento y la neutralidad del científico sobre lo que está observando.

De allí que el supuesto sobre la objetividad del conocimiento y la neutralidad del científico está relacionado con la configuración del paradigma tradicional del conocimiento que consiste en la dualidad sujeto – objeto. Se trata de la tradicional manera de entender la investigación o el trabajo científico que ubica al científico como observador de la naturaleza, la cual es propia del mundo objetivo (observable, modificable, experimentable) y tiene su propia estructura.

Esto significa que la manera tradicional de concebir la ciencia le asigna un carácter ontológico a la naturaleza, es decir, la naturaleza es dada por sí misma y se produce y reproduce en sí misma, lo que refleja una visión esencialista de la naturaleza, que no da cuenta del lugar fundamental que ocupa el ser humano como parte de ésta, en la cual es actor de su construcción y reconstrucción.

Otro aspecto a tener en cuenta en un análisis crítico sobre estas concepciones es la relación existente entre producción del conocimiento y el quehacer de las colectividades específicas que lo sustentan. El criterio de verdad o de legitimidad de un producto científico, sea esto una hipótesis, una teoría o una conceptualización, está determinado por un factor que va más allá de la evidencia soportada en un método científico legitimado, factor que hace parte del contexto en el cual se generan esas ideas, y ese “más allá” corresponde al colectivo de pensamiento en el que se genera el producto científico.

En términos de Fleck “Todo intento de legitimación de una proposición concreta como la única correcta tiene sólo un valor limitado, pues está atada inextricablemente a un colectivo de pensamiento” (FLECK, Ludwik 1986).

Este es sólo uno de los aspectos por los cuales la visión tradicional de la ciencia y la tecnología debe ser refutada y merece una lectura crítica que permita trascender esta visión clásica. Thomas Kuhn es considerado en el ámbito de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (cuya abreviatura CTS se utilizará en adelante) como uno de los autores de mayor influencia tuvo en la superación de esta visión del Positivismo lógico.

Para Kuhn la producción de conocimiento

que se práctica comúnmente es producto de un proceso **gradual y progresivo de acumulación** de descubrimientos y teorías. Lo que ocurre es un crecimiento, aumento o acumulación de lo que se conocía antes. “Una convicción que quiere decir que la ciencia es el resultado de un proceso lineal de carácter eminentemente acumulativo” (JARA, 1998).

El mismo Kuhn ejemplifica esto a través de la Ley de Boyle. Según éste autor:

Sus descubridores poseían previamente los conceptos de presión y volumen de un gas, así como los instrumentos requeridos para determinar sus magnitudes. El descubrimiento de que el producto de la presión y del volumen de una muestra dada de un gas era una constante a temperatura constante se añadía simplemente al conocimiento del modo en que comportaban estas variables (KUHN, 1998).

Así, los paradigmas se conforman o se consolidan en periodos estables, es decir, sin alteraciones bruscas o revolucionarias, en los que los científicos trabajan rutinariamente en el marco de un paradigma teórico compartido. Estos periodos estables de la ciencia se constituyen en un marco de realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos o problemas y soluciones a una comunidad científica, periodos en los que se conforma la comunidad que cree en los paradigmas científicos, más por una elección de fe en el descubrimiento de su colega que en la racionalidad y la experiencia de los elementos que sustentan los paradigmas científicos.

Considerando lo anterior, es importante resaltar que para Kuhn, el status del conocimiento científico, más que intrínsecamente

ontológico es de carácter social, por lo que al hablar en términos de paradigma, no se hace referencia únicamente a una ciencia vista como neutral, objetiva y homogénea, sino que también se refiere a las redes de compromisos y convenciones sobre las que se sostienen las comunidades científicas para la producción de conocimiento.

Kuhn hace entonces una crítica al presupuesto de la argumentación tradicional, en tanto refuta la idea de que la racionalidad y la experiencia sustentan los paradigmas científicos, y plantea que más bien estos obedecen a consideraciones previas que se conforman en la fe de una comunidad que cree en ellos (KUHN, 1998).

Esta visión se refleja, por ejemplo, en el llamado “Modelo lineal del desarrollo” que entiende el mundo de la siguiente manera: ciencia + tecnología + riqueza = bienestar social.

Ahora bien, después de conocer las limitaciones de una visión positivista de la ciencia y su efecto en una visión tradicional de la tecnología, llega la cuarta pregunta importante de ésta unidad, para la reflexión del estudiante:

¿Cómo interpreta las imágenes al inicio de este apartado? ¿Por qué se reconoce inmediatamente la tecnología como relacionada con aparatos electrónicos y en cambio es difícil asociar la imagen 2 con la tecnología? ¿Cree que la imagen 2 tiene que ver con la tecnología? ¿Por qué?

Tenga en cuenta que en la próxima unidad de este módulo, es decir, en la unidad número 2, usted tendrá la oportunidad de acercarse a una visión diferente de la ciencia y la tecnología que puede ayudar a resolver estas preguntas; sin embargo, es posible ir sa-

cando sus propias conclusiones a partir de lo que ha leído en esta unidad.

Por lo pronto, es pertinente dar una mirada por los paradigmas emergentes de la ciencia que le sucedieron al positivismo y que sin duda aún se abren caminos en el campo científico.

1.4. Nuevos paradigmas de la ciencia en el ámbito de la educación

Conocer y apropiarse nuevos paradigmas en la comprensión de la naturaleza de la ciencia para el ámbito de la educación es importante no sólo por el ejercicio investigativo en la esfera académica, sino por el papel que tienen docentes en la “enseñanza de la ciencia”.

El paradigma positivista de la ciencia no sólo ha influenciado en la manera como se ha entendido la ciencia y la tecnología, también ha determinado la manera como se las ha enseñado tradicionalmente.

La mayoría de participantes en este módulo recordarán como su primer contacto con aquello llamado “ciencia” o “científico”, aquel momento en el colegio, en clase de Biología o Química, en las cuales fueron llevados al laboratorio, aplicaron algún experimento y siguieron un conjunto de pasos, que en su momento se enseñó cómo método científico.

La quinta pregunta importante de ésta Unidad para la reflexión del estudiante es:

¿Acaso en las ciencias sociales, en la educación física, y demás asignaturas no se hacía ciencia? ¿Por qué solamente se relacionaron las ciencias en nuestra formación básica y secundaria con la Biología y la Química?⁸

La respuesta es que, sin duda, la educación ha estado apoyada tradicionalmente en una enseñanza de la ciencia fundamentada en el paradigma positivista.

Hoy, nuevas propuestas en la enseñanza de la ciencia buscan distanciarse de la naturaleza neutral y homogénea con la que el paradigma positivista ha revestido su significado (de la ciencia) y su enseñanza.

No obstante, si bien aún existen muchos escenarios educativos que fundamentan la enseñanza de la ciencia en un paradigma positivista, también se pueden reconocer nuevos paradigmas o abordajes que apropian a la ciencia como una práctica social, perspectiva desde la cual el objetivo principal de la enseñanza de la ciencia no es la formación de científicos, sino “educar científicamente a la población para que sea consciente de los problemas del mundo y de su posibilidad de actuación sobre los mismos, de su capacidad de modificar situaciones, incluso ampliamente aceptadas” (Martín 2002).

En palabras de Marco:(Martín 2002).

Formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo- sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes sociopolíticos.

⁷ Este tipo de preguntas se tendrán en cuenta para realizar en el encuentro sincrónico entre tutor y estudiantes.

⁸ Este tipo de preguntas se tendrán en cuenta para realizar en el encuentro sincrónico entre tutor y estudiantes.

Esta perspectiva de la ciencia y su enseñanza es posible gracias al desarrollo de nuevos paradigmas de la ciencia. Las críticas hechas por Kuhn, que se comentaron anteriormente, no quedaron relegadas a una postura más, por el contrario su legado supuso una “revolución científica” para empezar a mirar la ciencia con otros ojos, de manera que a partir de allí surgirían “nuevos paradigmas”.

Los primeros paradigmas que surgen en contraposición al positivismo, buscan hacer un giro tan radical que llegaron a tildarse como irracionales, no obstante constituyen un antecedente fundamental en el posterior surgimiento del **paradigma constructivista** de la ciencia.

El primer paradigma que surge como oposición al positivismo lógico es el **relativismo**, el cual prácticamente se desarrolla a partir de la publicación de Kuhn: “La estructura de las revoluciones científicas”.

Este paradigma considera a la ciencia como una actividad social y humana, y por tanto se le contempla como una vía más de conocimiento, ni exclusiva, ni excluyente de otras distintas pero igualmente válidas para dicho fin. Así, se le tildó de irracional a este paradigma en tanto introducía aspectos subjetivos (personales, Intereses, creencias) y contextuales (sociales, relacionales, políticos, económicos) en la epistemología de la ciencia, lo cual sería fundamental en la consolidación posterior de un paradigma constructivista. (Vásquez, 2001).

No obstante, aun cuando han pasado más de cuarenta (40) años de los postulados de Kuhn los llamados “nuevos paradigmas” siguen siendo tan “nuevos” que suelen ser en muchas áreas poco conocidos y/o reconocidos en comparación con los postulados

positivistas. A estos paradigmas también se les han llamado “Paradigmas alternativos” (Krauser, 1995).

Uno de los paradigmas que surgen en contraposición al paradigma positivista en las ciencias de la educación y que es reconocido como un “nuevo paradigma” es el **“paradigma cognitivo”**, el cual parte del supuesto de que los actos de interacción humana no pueden estudiarse de la misma manera que se evalúan los “eventos naturales”. Los acontecimientos de sentido que se generan en la interacción humana requieren más que racionalidad para ser comprendidos e implican procesos de mayor complejidad para el investigador (FLÓREZ, R y TOBON 2001).

Lo anterior considerando que:

- El objeto de estudio no son variables que puedan aislarse del medio en el que se encuentran.
- Los hechos sociales, las acciones humanas y los acontecimientos hay que observarlos tal como ocurren naturalmente en su contexto complejo.
- El observador no está afuera ni es externo al acontecimiento estudiado, pues lo comparte y se influyen mutuamente.
- El investigador hace parte del objeto que estudia, su yo como observador es el instrumento de observación desde su sensibilidad, perspicacia, contexto, etc.
- Los métodos no suprimen al observador, al contrario, lo invitan a comprometer su propio juicio (Métodos: Dialógico, hermenéutico, etnográfico).

Múltiples enfoques en la actualidad respaldan esta postura, en especial el enfoque o **paradigma constructivista**, que reconoce la comprensión humana como principal instrumento de conocimiento. Desde este paradigma el conocimiento es concebido como una construcción dialéctica en la cual interviene la dimensión subjetiva. Muy cercana a esta visión y contrario a los postulados del positivismo se pueden ubicar también como "Paradigma alternativo" el **paradigma crítico** y el **paradigma interpretativo** los cuales están altamente vinculados con el paradigma constructivista pero cada uno supone características particulares (CASTILLO, 2003).

En general, existen diferentes maneras como se han clasificado los paradigmas en la literatura académica, sin embargo se relaciona en este módulo la clasificación propuesta por Guba por su pertinencia pedagógica para ayudar a entender las **diferencias entre los paradigmas constructivista, crítico e interpretativo** (GUBA, 1995).

Guba establece las diferencias entre estos paradigmas con base en tres preguntas básicas ubicadas en el nivel ontológico, epistemológico y metodológico: (GUBA, 1995).

a Pregunta ontológica: ¿Cuál es la naturaleza de lo que conocemos?, o bien, ¿en qué consiste la realidad?

b Pregunta epistemológica: ¿De qué naturaleza es la relación entre el investigador y aquello que desea conocer? Esta pregunta se refiere a la posibilidad del conocimiento "objetivo", es decir, se plantea si el conocimiento puede existir como algo independiente del observador.

b Pregunta metodológica: ¿De qué manera se deberá proceder para acceder al conocimiento?

Con base en estas preguntas, Guba define el paradigma constructivista como el marco que rompe con la respuesta positivista en cada uno de los tres niveles, así: (GUBA, 1995).

A nivel ontológico: la naturaleza de la realidad es relativa porque "existe en forma de construcciones múltiples, fundamentadas social y experiencialmente, locales y específicas, que dependen en su forma y contenido de las personas que las mantienen".

A nivel epistemológico: el conocimiento no existe como independiente al observador "el constructivista elige la subjetividad, no solamente porque es inevitable sino porque es justamente allí donde se pueden descubrir las construcciones de los individuos. Si la "realidad" es construida intersubjetivamente, será entonces la interacción subjetiva la forma indicada para acceder a ella. De este modo, investigador e investigado se fusionan como entidad y los resultados son el producto del proceso de interacción entre ellos" (GUBA, 1995).

A nivel metodológico: Se accede al conocimiento a través de la Hermenéutica – Dialéctica. Así, "las construcciones individuales son elicitadas⁹ y refinadas hermenéuticamente, comparadas y contrastadas, con el objetivo de generar una construcción (o unas construcciones) sobre las cuales exista un consenso substancial" (GUBA, 1995).

De otra parte el **paradigma crítico**, es definido por Guba como un marco que tiene como meta la transformación social e incluye posiciones neo-marxistas, materialistas, feminis-

⁹De élite.

tas, freiristas e investigación participante en general (en especial la investigación-acción); Presenta entonces: (a) una **ontología realista** o realista crítica, (b) una **epistemología subjetivista**, en el sentido de incluir los valores, y (c) una **metodología dialógica transformativa** (GUBA, 1995).

Finalmente el paradigma **interpretativo**, se superpone en el **nivel ontológico** con el constructivista, en tanto concibe la realidad social como una construcción poniendo énfasis en los significados de quienes conforman esa realidad, por lo tanto, el **nivel epistemológico**, está basado en la interpretación que los actores sociales hacen de su "realidad", lo que implica una investigación desde el punto de vista de los actores, haciendo énfasis en la subjetividad. En el **nivel metodológico**, supone un investigador inmerso en la realidad estudiada.

En conclusión, las diferencias entre los paradigmas se relacionan con sus conceptos de realidad, la concepción del conocimiento y del acto de conocer y las metodologías desarrolladas para acceder al conocimiento, de manera que podríamos dividir los paradigmas de la ciencia en dos grandes grupos: a) el positivismo y neopositivismo y b) los paradigmas alternativos (constructivista, crítico e Interpretativo) (KRAUSSER, 1995).

Para cerrar esta unidad es importante quedarnos con una reflexión sobre el papel de la subjetividad y el contexto en la comprensión de la ciencia en el ámbito educativo realizada por Flórez y Tobón:

La subjetividad no es un obstáculo para la pedagogía, sino por el contrario una posibilidad. La subjetividad ilustrada del maestro es fuente de perspicacia y buen juicio formativo para sus alumnos y fuente e instrumento

de conocimiento para enriquecer la pedagogía (FLÓREZ, R y TOBON 2001).

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo visto, se propone una última pregunta, ésta vez no sólo para la reflexión del estudiante, sino para responder en el foro propuesto para el módulo, y que recoge todas las anteriores reflexiones:

¿Cuál considera que es el papel de la subjetividad y del contexto en la comprensión de la ciencia y la tecnología?



EL DETERMINISMO TECNOLÓGICO “VS” EL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

INTRODUCCIÓN

En esta segunda unidad se confronta al “Determinismo tecnológico”, derivado de la forma generalizada y tradicional de comprender a la tecnología, frente a un enfoque alternativo como es el del constructivismo social de la tecnología, el cual la observa, comprende y analiza no sólo como un artefacto sino como un conjunto de elementos tanto sociales como técnicos que terminan por estabilizar un diseño de un artefacto determinado en la sociedad a través de su uso. Esto se constituye en un análisis socio-técnico de la tecnología.

METODOLOGÍA

El aprendizaje académico de las maneras como es entendida la tecnología transcurre por un camino claro y sencillo.

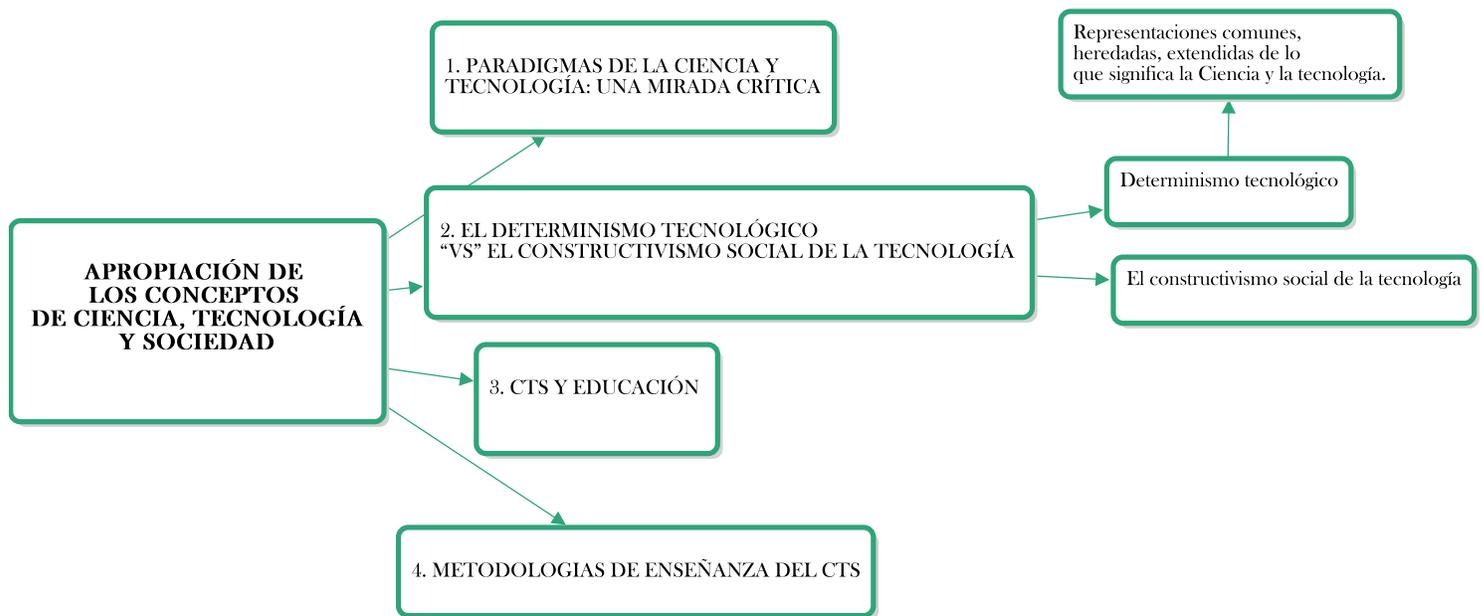
En primera medida, la presente cartilla se ocupa del “Determinismo tecnológico” para significar aquella explicación que circunscribe la causa de las transformaciones del mundo social únicamente a los cambios en la tecnología, pero también para ejemplificar la manera como generalmente se le ha entendido a ésta última.

En segunda medida y buscando un contraste y una contraposición, la cartilla presenta otra manera de comprender la tecnología. Se trata de la construcción social de la tecnología, una mirada radicalmente opuesta a la tradicional. La cartilla pretende incidir en el estudiante en cuanto ésta forma de entender a la tecnología, una forma que responsabiliza tanto a la ciencia como a la sociedad.

De lo anterior, se explora sólo uno de los varios enfoques constructivistas que existen en los estudios de ciencia, tecnología y sociedad o “CTS”, explorando conceptos centrales para un análisis socio-técnico de un proceso de cambio tecnológico.

Obviamente, no se avanza sin antes pasar por una reconfiguración del concepto de tecnología.

MAPA CONCEPTUAL DE LA UNIDAD



OBJETIVOS Y/O COMPETENCIAS DE APRENDIZAJE

El desarrollo teórico y la aplicación de las estrategias pedagógicas y metodológicas correspondientes permitirán que el estudiante alcance una vez finalizada la unidad las siguientes metas:

Objetivos de Aprendizaje:

- Identificar la diferencia entre el enfoque del determinismo tecnológico y el del constructivismo social de la tecnología.
- Apropiar tanto un concepto alternativo a la definición generalizada de la tecnología, así como los elementos de análisis que aporta la construcción social de la tecnología.

DESARROLLO TEMÁTICO

2.1. Determinismo tecnológico

Retomando, en la unidad 1 se expuso una mirada crítica hacia la concepción heredada de la ciencia y a la visión generalizada de la tecnología, sobre la cual postula reparos a las características de “neutralidad” y de “autonomía”.

Pensar en que la tecnología es neutral supone que sus efectos no dependen de ella en sí misma, sino del uso que le ha dado la humanidad.

Por otra parte, postular el que la tecnología es autónoma, quiere decir que ella evoluciona según su propia racionalidad, más allá del control de los hombres, en tanto se aleja de los valores y de la moral, transformándose más rápidamente que la política o los principios éticos, como si ella siguiera su propio curso y, sobre todo, eligiera las condiciones esenciales para la vida humana.

De allí que la concepción extendida de la tecnología derive a entenderla como la repetición de estos principios a través de los diferentes inventos e innovaciones artefactuales, independientes de su contexto socio-político, de los intereses de sus inventores y de las controversias suscitadas en el proceso de su realización, **en donde no hay una toma de decisiones deliberada y consciente** sobre el tipo de sistema tecnológico o de tecnología a implementar, por parte de gobernantes, políticos, científicos, inversionistas o empresarios y votantes, entre otros actores de la sociedad.

Así, los países terminan por adoptar de manera automática o mecánica “el 4G”, la televisión digital, las tabletas para aprender, el motor de gasolina, etc., porque “hacia allá va el cambio tecnológico” y no **“porque ha sido la elección derivada de una evaluación de varias opciones, teniendo en cuenta el contexto poblacional, social económico, de lo que se requiere o lo que se necesita”**.

Adicionalmente, tradicionalmente se ha entendido a la tecnología como **“el conjunto de procedimientos que permiten la aplicación de los conocimientos propios de las ciencias naturales a la producción industrial, quedando la técnica limitada a los tiempos anteriores al uso de los conocimientos científicos como base del desarrollo tecnológico industrial”** (OEI. Ciencia, Tecnología y Sociedad 2001).

En otras palabras, a la tecnología se le asocia directamente con el resultado de productos industriales de naturaleza material, manifestada en artefactos tecnológicos a los cuales se les denomina “máquinas”, para cuya elaboración se han seguido reglas fijas ligadas a las leyes de las ciencias físico-químicas.

Es así como el significado generalizado de la tecnología es un producto de desarrollos tecnológicos o artefactos tecnológicos que no paran de evolucionar. Por tecnología, la mente del humano contemporáneo representa automóviles, hornos microondas, teléfonos, computadoras, reproductores de video y de sonido, etc.

De allí que la noción generalizada de la tecnología es definida como ciencia aplicada, es decir, como conocimiento práctico derivado de la ciencia, enmarcada en el paradigma del “positivismo lógico”; relación que se explica porque una tecnología es principal-

mente un conjunto de reglas tecnológicas y porque éstas son consecuencias deducibles de las Leyes científicas, por lo que el desarrollo tecnológico depende de la investigación científica (OEI).

Sin embargo, si el estudiante se ubica en un lugar distinto de la manera de concebir la ciencia y la tecnología al heredado del positivismo lógico, se puede interpretar que la tecnología puede ser mirada como algo más que un conjunto de artefactos.

2.1.1. Representaciones comunes, heredadas y extendidas de lo que significa la ciencia y la tecnología.

- a. La evolución de los descubrimientos químicos en la fabricación de medicamentos y el desarrollo de la industria farmacéutica.



<http://reflexionesdiarias.files.wordpress.com/2011/10/medicamentos.jpg>

- b. La innovación de invento tras invento, agregando funciones a las que ya se han descubierto y acumulado como por ejemplo un teléfono inteligente a la fun-

ción de poder comunicarse telefónicamente se le ha añadido la conectividad a internet, la búsqueda de información y la comunicación de manera escrita, la posibilidad de tomar fotos y la funcionalidad de escuchar música, entre otras propiedades.



Tomado de: www.muyinteresante.com.mx



Tomado de: www.muyinteresante.com.mx

Las representaciones presentadas sitúan a la tecnología en una historia de instrumentos, artefactos, herramientas, con una visión acumulativa lineal, en la cual los artefactos más recientes van reemplazando a los otros; una visión que por lo demás liga a la tecnología con el discurso del progreso.

Esta visión de la tecnología es interpretada como “determinismo tecnológico” porque entiende a la tecnología como motor de cambio social, aún más allá, como “motor de la historia” y “determinadora de la historia”. Es la manera extendida, comúnmente apropiada y popularmente conocida como se usa y concibe a la tecnología. Según el determinismo tecnológico, la invención de artefactos es la causa de procesos históricos y sociales.

Por ejemplo, así como se interpreta que el origen de la revolución protestante de Martín Lutero se dio por la difusión de la imprenta en Europa o que la creación urbanista de los suburbios se debió a la existencia del automóvil, hay una idea generalizada (sin valorar si es falsa o verdadera) de que la invención de los dispositivos móviles -como teléfonos móviles, tabletas o computadores portátiles hicieron posible el desarrollo de la educación virtual, compitiendo frente a la educación presencial (RONDERO y VALDERRAMA, 2003).

2.2. EL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL DE LA TECNOLOGIA

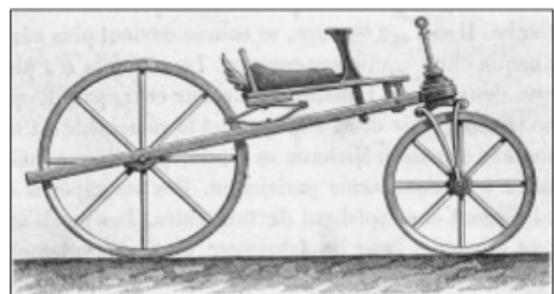
Por otra parte, en la literatura del campo científico denominado como ciencia, tecnología y sociedad, también conocido como “CTS”, se encuentra otra manera de comprender a la tecnología. Se trata del enfoque denominado “constructivismo social de la tecnología” o SCOT –por las siglas en Inglés del término social construction of technology-, cuyos autores entienden ésta última como un sistema interrelacionado de una cantidad de elementos y no como un artefacto finalizado o un conjunto de ellos:

“[La Tecnología es] un sistema interrelacionado de conocimientos, artefactos, destrezas y habilidades, recursos naturales, estimaciones económicas, valores y acuerdos sociales, preferencias culturales y estéticas, etc.; [es decir, la tecnología es entendida] como un entramado sociotécnico¹. De este modo, el desarrollo de los procesos tecnológicos, siempre hay que comprenderlos e interpretarlos de acuerdo a un determinado contexto socio-histórico, como fenómenos sistémicos, multidireccionales y complejos” (Sierra, 2013).

Ahora bien, el ejemplo de la historia de la bicicleta es muy popular en los estudiosos del CTS para abordar el constructivismo social de la tecnología.

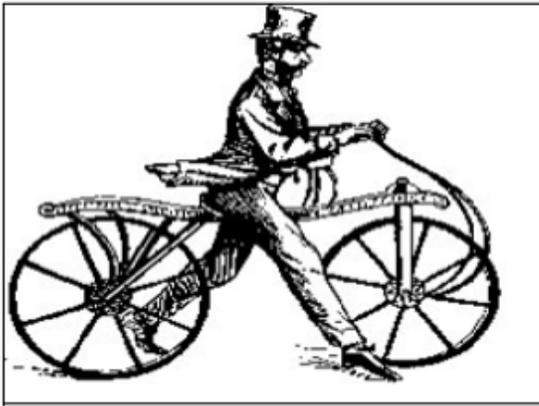
El relato generalizado de la evolución de la bicicleta como se conoce en la actualidad dice lo siguiente:

1. El Conde Mede de Sivrac en la Francia de 1690 inventa “El Celífero” (la céléri-fère). Un bastidor de madera con ruedas sobre el cual se ubicaba una almohadilla. Toda la estructura se propulsaba y dirigía con la ayuda de los pies del conductor.



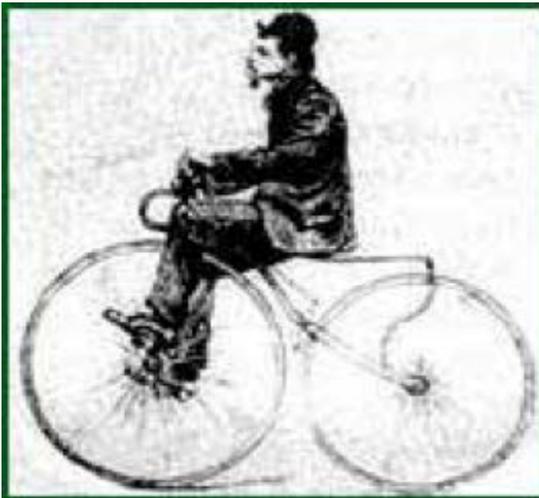
El Celífero (Thomas, 2011).

2. “La Draisiana”, diseñada en 1816 fue un modelo cuya innovación frente a la anterior era la introducción de una dirección. Modelos posteriores tuvieron asiento ajustable y apoyo para el codo.



La Draisiana (Thomas, 2011).

3. La “Michaulina” fue una Draisiana a la que Ernest Michaux agregó unos pedales en la rueda delantera, invento que data de 1861. Sin duda se constituyó en un avance frente a la Draisiana pero era difícil mantener el equilibrio.



La Michaulina Disponible en <http://www.mundocaracol.com>

4. El modelo Ariel: A la “Michaulina” le aumentaron la rueda delantera para ganar velocidad. Varias fuentes le asignan esta innovación a James Starley en la Francia de 1870 (Thomas, 2011).

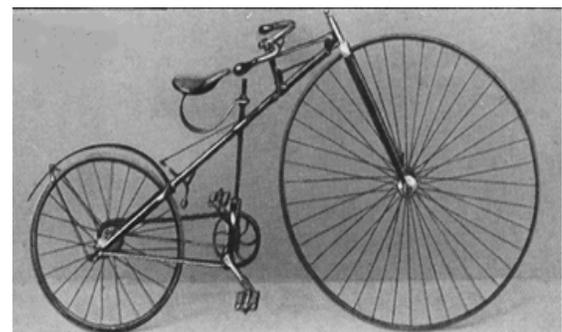


Modelo Ariel Disponible en www.amarobikes.com



El modelo Ariel en la vía pública Disponible en <http://www.mundocaracol.com>

5. Hernán Thomas continúa la línea evolutiva trayendo a colación al modelo Lawson, un modelo menos peligroso que el “Ariel” debido a la rueda alta delantera de esta última, como se observa en la gráfica anterior, pero sin perder la velocidad de su antecesor. Además, ya contaba con los pedales no en la rueda delantera sino en la mitad del marco (Thomas, 2011).



El Modelo Disponible en www.amarobikes.com

6. Por último, unos le dicen la Rover, otros la Starley (de John Kemp). Lo cierto es que la innovación que data de 1885 fue la de un modelo que aprovechara mejor la fuerza muscular, constituyera menos peligro para el conductor, no disminuyera su velocidad y tuviera una dirección más precisa. Se trata del diseño de la bicicleta que se estabilizó y permaneció a través del tiempo.



El Modelo Starley(Thomas, 2011).

Un recuadro que resuma rápidamente la evolución de la bicicleta es el siguiente:



Evolución de la bicicleta según una línea evolutiva disponible en www.web.educastr.princast.es

La anterior es una manera de contar la historia de la bicicleta, esto es, como un artefacto, desde una versión tradicional, determinista y lineal en donde el paso de la bicicleta de rueda alta a la bicicleta que se usa en la actualidad es “un mero paso en la evolución natural del diseño de las bicicletas” (Thomas, 2011).

En contraposición, la versión del constructivismo social de la tecnología sobre la historia de la bicicleta como artefacto tecnológico es distinta. La hipótesis de este enfoque es que “el diseño de la bicicleta es el resultado de procesos de negociación de interpretaciones entre grupos sociales”, como lo aseguran (Rondero y Valderrama, 2003).

El análisis de la tecnología, según la definición de ésta desde el enfoque constructivista tiene en cuenta varios elementos analíticos y fundamentales:

1. La necesidad de determinar los **grupos sociales relevantes**, es decir, aquellos grupos de la sociedad que atribuyen un significado unánime a un artefacto técnico. Este elemento es fundamental para el análisis de una tecnología ya que los grupos sociales relevantes interesados en un artefacto determinado son los que deciden cuál es el problema y cuando lo hay.

Thomas lo piensa de la siguiente manera: “un problema es definido como tal cuando un grupo social percibe que un artefacto o un elemento integrante del mismo no satisface sus requerimientos” (Thomas, 2011).

Con respecto al caso de la bicicleta, un grupo relevante leyó como problemático que el Celífero o “la Célérifère” no fuera un vehículo dirigitible o que permitiese dirigitirlo cuando el trazado del terreno lo obligara. Así mismo, la draisiana incomodaba a otros grupos relevantes por el hecho de que finalmente tocaba impulsarla y dirigitirla con los pies. Esto concluye que el artefacto debe tener algún significado para algún grupo social relevante.

2. Los diferentes grupos sociales relevantes atribuyen distintos significados (y sentidos) a los artefactos. Esto también implica las diferencias entre los mismos grupos sobre lo que es o no un problema a resolver. A esto se le denomina **flexibilidad Interpretativa**. Este es un concepto que tiene en cuenta presupuestos de diferencia y diversidad. Hay multiplicidad de visiones, por lo que se podría aseverar que hay tantos artefactos como visiones de los mismos.

Según Weibe Bijker, uno de los máximos exponentes de éste enfoque del CTS, “el funcionamiento de una máquina no debe ser considerado como la causa de su éxito sino como el resultado de haber sido aceptada por grupos socialmente relevantes” (Bijker, 1993)

En el ejemplo del análisis de la bicicleta como artefacto tecnológico, la flexibilidad Interpretativa se puede comprender al considerar que un diseño de bicicleta puede ser el mejor para determinado grupo social, pero presentar problemas para otros grupos sociales. La bicicleta de rueda alta, se popularizó por algún tiempo, llegando a constituirse como un modelo generalizado sobre el cual los grupos sociales le confirieron un importante valor, según Ronderos y Valderrama, porque la consideraron como símbolo de virilidad y de poder (Rondero y Valderrama, 2003).

Estos autores también recuerdan, no obstante, que no todos los actores socialmente relevantes estaban encantados con la bicicleta de la rueda-delantera alta. Por el contrario, otros grupos sociales como las mujeres, los niños y las personas de la tercera edad tenían reparos a ese diseño debido a la dificultad de montar estos aparatos, lo que se convirtió para estos grupos en un problema de seguridad, reparos no reconocidos por las asocia-

ciones de usuarios de la bicicleta de rueda alta, según lo exponen.

La controversia se estabiliza, queda en un punto en el cual el diseño de un artefacto permanece en el tiempo. Esto indica que la flexibilidad interpretativa de un artefacto disminuye, al mismo tiempo que surge y se fortalece el consenso entre los diferentes grupos sociales relevantes sobre el sentido dominante de un artefacto. El resultado es el dominio de un artefacto o de una idea desarrollada de un determinado artefacto sobre los demás desarrollos.

El modelo Rover estandarizó el diseño de la bicicleta y clausuró la controversia al evidenciar en las carreras de bicicleta que era más rápida no sólo por su estructura que dejaba atrás a la de la rueda alta -modelo Ariel- sino porque utilizaba ruedas de caucho con una cámara de aire dentro y no ruedas de madera como su antecesora. Los corredores simplemente comenzaron a preferir la bicicleta tipo Rover.

Ahora bien, como ejemplo para entender este y los anteriores elementos importantes, se trae un ejercicio en torno al modelo de bicicleta “Penny – farthing” tipo “Ordinary”, el cual era parecido a la Ariel:



Modelo Penny Farthing tipo Ordinary (Thomas, 2011).

El ejercicio que se plantea solicita averiguar ¿Cuáles son los principales grupos social relevantes y por qué?, ¿Cómo se manifiesta la flexibilidad interpretativa de la Penny-farthing? y señalar los principales procesos de clausura sobre el desarrollo de la bicicleta.

El desarrollo del ejercicio sería el siguiente:

Ejercicio – Ejemplo sobre actores relevantes, flexibilidad interpretativa y clausura

GRUPOS SOCIALES RELEVANTES (GSR)	En él, la trayectoria histórica de la bicicleta, el modelo Penny-farthing, reunía varios grupos sociales relevantes en tanto le asignan un significado al artefacto: mujeres, comerciantes, ingenieros, fabricantes, hombres jóvenes y prensa escrita.
FLEXIBILIDAD INTERPRETATIVA	<p>- Los hombres jóvenes con medios económicos y coraje”:</p> <p>Le dieron un significado primordialmente deportivo al modelo “Penny Farthing”. El tamaño de las ruedas, el peso de la cicla, y las caídas que ésta provocaba no significaban problema para este GSR. Rechazaron completamente la incorporación de frenos en estos artefactos. La resignificaron como un objeto “veloz y varonil”.</p> <p>- Los medios de comunicación, explícitamente la prensa escrita:</p> <p>Insistieron en el significado deportivo del artefacto. Vigilantes de la moral pública para el caso del uso de esta bicicleta por parte de las mujeres.</p> <p>- Las Mujeres: Comenzaron a cambiar su indumentaria para poder usar la bicicleta de manera más cómoda. Otras asignaban un grado de peligrosidad alto a la misma.</p> <p>- Autoridades Locales de algunas ciudades: Prohibieron la circulación de estos vehículos por entenderlos como peligrosos para la circulación de personas en la ciudad</p>

PROCESOS DE CLAUSURA Y ESTABILIZACIÓN

El neumático o rueda de goma con aire:

La alta velocidad conseguida con este artefacto, más que la reducción de la vibración, en su momento, hizo que los deportistas usaran de manera amplia este modelo para las carreras de bicicleta. Sin embargo la controversia continuó abierta ya que el grupo social relevante de las mujeres seguía inconforme con el uso de este modelo. Varias innovaciones vendrían buscando cerrar la controversia y estabilizar alguno de los diseños por medio del uso y la satisfacción de los diferentes grupos social relevantes.

Finalmente, hay que mencionar que existen otros enfoques de índole constructivista a parte del enfoque desarrollado por Bijker y Pinch, como lo son la teoría de los sistemas tecnológicos de Thomas Hughes, el enfoque del actor – red desarrollada por Latour y Callon, y la teoría sobre la política de los artefactos de Langdon Winner.

Por ejemplo, para Hughes un Sistema tecnológico está constituido por artefactos físicos, organizaciones, productos científicos e intelectuales, inscripciones legislativas y recursos naturales e individuos, en donde existe completa interacción entre sus componentes.

En otras palabras, un sistema tecnológico es un conjunto de componentes heterogéneos tales como artefactos físicos o técnicos, empresas de manufactura, compañías de servicio público, libros, artículos, enseñanza universitaria, programas de investigación, leyes políticas públicas, recursos naturales, científicos, inventores, industriales, inversionistas, ingenieros, gerentes y trabajadores, los cuales interactúan entre sí, por lo que la modificación de uno de ellos afecta a los otros, evidenciando una característica sistémica, ya que, por lo demás, un componente contribuye directa o indirectamente al objetivo común del sistema tecnológico (OSORIO, 2002).



CTS Y EDUCACIÓN



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Esta unidad se llevará a cabo en la semana 5 y 6, y está orientada a reconocer la naturaleza e importancia de la alfabetización tecno-científica en el contexto social. Se espera con ésta unidad que el estudiante se sensibilice frente a la posibilidad de transformar la enseñanza de la ciencia y de la tecnología.

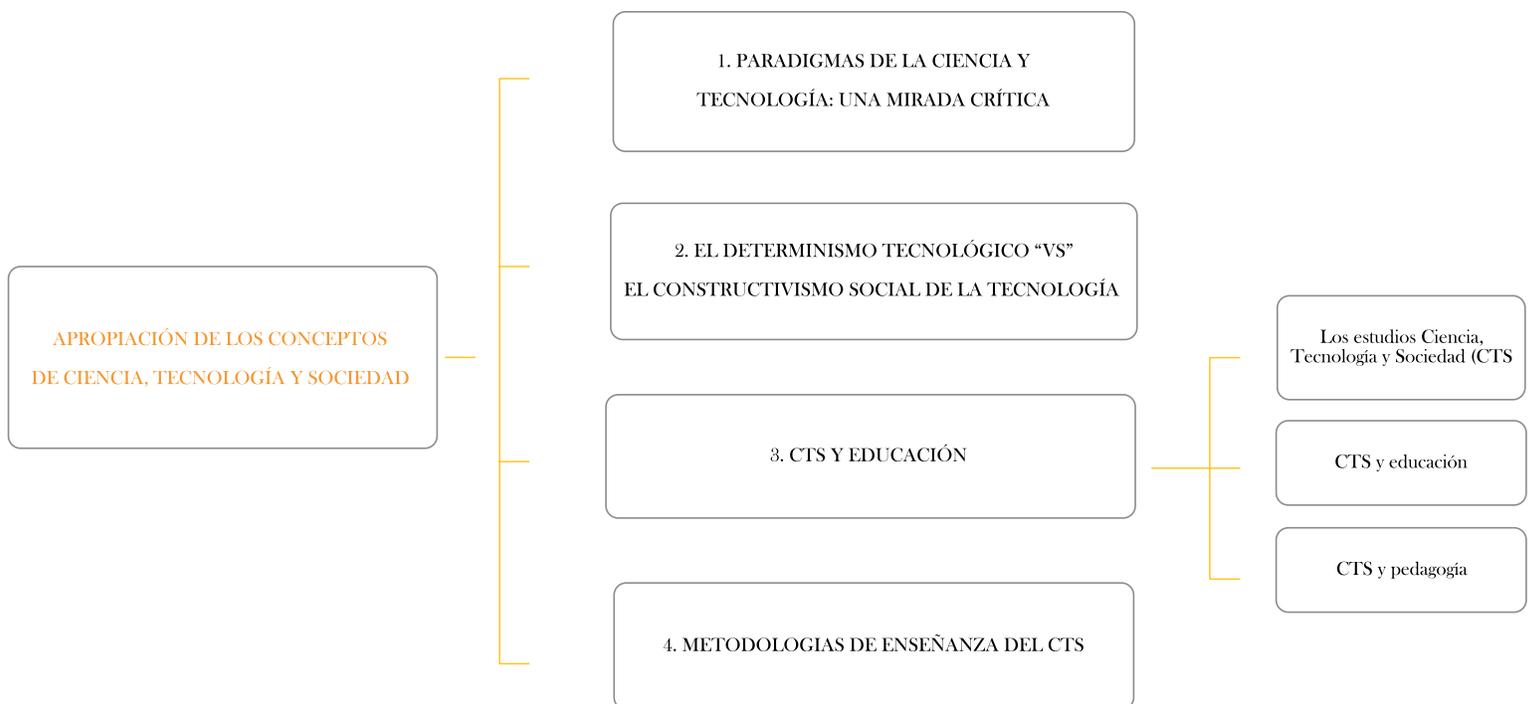
Metodología

La presente unidad comienza por contextualizar al lector sobre la naturaleza y el origen de los estudios en ciencia, tecnología y sociedad, conocidos también como CTS.

Seguidamente, la unidad se refiere a la relación entre el CTS y la educación, abordando el fundamental concepto de “alfabetización científica y tecnológica”.

Por último, la unidad presenta mecanismos pedagógicos mediante los cuales se puede poner en práctica la mencionada alfabetización.

Mapa conceptual de la unidad



Objetivo General

El desarrollo teórico y la aplicación de las estrategias pedagógicas y metodológicas correspondientes permitirán que el estudiante alcance una vez finalizada la unidad las siguientes metas:

Objetivos de Aprendizaje:

- Entender el desarrollo del concepto de “alfabetización científica y tecnológica” como herramienta para una comprensión y participación activa por parte de los ciudadanos en las innovaciones científicas y tecnológicas.
- Comparar las visiones tradicionales de la enseñanza de la ciencia con respecto a la enseñanza de la ciencia propuesta desde los estudios CTS.
- Reconocer diferentes métodos pedagógicos para la enseñanza del CTS como herramienta de análisis a problemas socio-técnicos.

Desarrollo temático

Los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

“(…) la tecnociencia pierde el pedestal que la colocaba en un topos cuasidivino en relación con la sociedad y pasa a ser considerada como una construcción social más, aunque con un alto grado de desarrollo institucional.” (Gordillo, 2003).

Los estudios ciencia, tecnología y sociedad, también conocido como “CTS” es un lenguaje particular que aborda tanto a la Ciencia como a la Tecnología de una manera diferente a la que tradicionalmente se ha entendido por éstos términos.

Los estudios CTS definen un campo de trabajo con sus propias características:

- Es un campo interdisciplinar.
- Tienen un carácter profundamente crítico.

Es un campo interdisciplinar porque en los estudios CTS concurren áreas del conocimiento como la filosofía, la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, incluso, llegando a convocar el interés de profesionales de disciplinas como la ingeniería, la economía y la ciencia política, que buscan encontrar un sentido o una utilidad social a sus innovaciones técnicas o a su conocimiento teórico y práctico.

El carácter crítico de los estudios CTS se ejerce con respecto a la manera como tradicionalmente se ha estudiado y practicado la ciencia y la tecnología, planteando un análisis

de estas desde una visión no esencialista y promoviendo una lectura de ellas socialmente contextualizada.

Una visión no esencialista es aquella forma de interpretar que no se guía por presupuestos de carácter determinista. Se basa en aplicar el método de de-construir, abrir la caja negra, realizar un seguimiento de la trayectoria histórica, indagar intereses y actores, buscar el sentido de las acciones.

Una lectura contextualizada es aquella que tiene en cuenta las diferentes variables y dimensiones que actúan en un territorio determinado, como lo son la social, la económica, la ambiental, la política, etc. No por ser un análisis que involucra artefactos, inventos, experimentos, productos derivados de un proceso de laboratorio, significa que está escindido del mundo social.

Un análisis socialmente contextualizado tiene en cuenta actores, relaciones entre ellos, dinámicas, dimensiones económicas, ambientales, tecnológicas, culturales, políticas, sociales. En síntesis es una lectura sistémica y compleja, es decir, que tiene en cuenta que las partes de un conjunto o cuerpo dependen entre sí, o en otras palabras, que el conjunto se afecta por el cambio de propiedades de alguna o algunas de sus partes.

Por lo anterior, se afirma que el CTS es situado y demanda un análisis que tiene en cuenta el contexto espacial y temporal de un problema socio-técnico.

Un problema de este tipo es aquel que se ha generado por un determinado diseño tecno-

lógico que tiene origen e impacto en la sociedad (de allí la importancia de delimitar lo que se entiende por tecnología).

Como se ha visto, tradicionalmente se ha comprendido a la tecnología de una manera artefactual. Sin embargo, los estudios CTS le han querido conferir una nueva significación recurriendo al constructivismo social. Dentro de este enfoque, como se vio, existen líneas de trabajo o escuelas específicas que se diferencian en cuanto a su abordaje con respecto a la tecnología.

Por ejemplo, al revisar la historia de la electrificación en Estados Unidos, Thomas Hughes interpretó la electrificación como un sistema tecnológico compuesto por artefactos físicos y no físicos, el cual está enfocado a solucionar un problema o satisfacer un objetivo: Generar energía eléctrica a los conglomerados humanos (Hughes, 1983).

Así pues, desde la interpretación de Hughes sobre la tecnología, en adición a las interpretaciones vistas en la unidad 2, un problema socio-técnico involucra una realidad con innovaciones técnicas en medio de las necesidades de una sociedad determinada.

De allí que ciencia, tecnología y sociedad o CTS:

Corresponde al nombre que se le ha venido dando a una línea de trabajo académico e investigativo, que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedades occidentales (principalmente). A los estudios CTS también se les conoce como estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Osorio, 2002).

Ahora bien, es importante contextualizar

que el origen del CTS responde a motivaciones relacionadas con la ética de la vida o la bioética. Osorio sitúa su origen en los 60, por la movilización social generada por los efectos del desarrollo tecnológico, los estragos de la segunda guerra mundial, la crítica de científicos al manejo de la energía nuclear, la carrera armamentista desarrollada en el contexto de la guerra fría, el cuestionamiento sobre los métodos de crecimiento económico y demás valores de la sociedad industrial como el consumo, el desarrollo y el progreso (Osorio, 2002).

En Latinoamérica, la discusión se vio reflejada en la búsqueda de desarrollos científicos y tecnológicos más adecuados para los países del subcontinente con desarrollos académicos derivados de la doctrina Cepalina de los 70s relacionada a la industrialización por sustitución de importaciones que subrayaba la capacidad de generar tecnología propia en la fabricación de bienes de capital para limitar la dependencia tecnológica de los países del primer mundo por parte de Latinoamérica.

Específicamente, lo que comenzó a ser cuestionado por los estudios CTS fueron las promesas de la posguerra que se centraron en la acumulación creciente de conocimiento científico y tecnológico como la base de un progreso económico sostenido que generaría progreso social.

Las críticas se hicieron más fuertes cuando se comenzaron a evidenciar costos ambientales y sociales por los procesos de industrialización. Esto generó que se fuera construyendo en el ámbito académico una manera de ver a la ciencia y a la tecnología en la cual el análisis de estos tuviese en cuenta elementos que tradicionalmente se consideraban fuera de ella, como los valores morales, marcos va-

lorativos y tendencias ideológicas determinados por los contextos históricos y sociales correspondientes, intereses económicos y actores sociales.

En la actualidad, al CTS se le concibe como una perspectiva o un campo científico que interviene en discusiones interdisciplinarias orientado al análisis y estudios sobre tecnociencia, que responden al criterio de que sean socialmente contextualizados y busquen el impacto positivo y útil de los avances tecno-científicos para la sociedad (Gordillo, 2003).

CTS y Educación

Se entendió que la relación entre la ciencia, la tecnología y sociedad debería trascender el modelo lineal de “a más ciencia, más tecnología, y por tanto más progreso nacional y bienestar social”, concentrando los estudios en:

- 1) Una visión contextualizada de la ciencia y la tecnología –como ya se adelantó en el anterior acápite.
- 2) Las políticas de ciencia y tecnología promoviendo la participación pública en la toma de decisiones en asuntos de política y gestión científica y tecnológica.
- 3) La educación por medio del desarrollo de enfoques (como el constructivista) que amplíen la percepción de la ciencia y de la Tecnología en un proceso denominado por Osorio como “la formación de una ciudadanía alfabetizada científica y tecnológicamente” (Osorio, 2002).

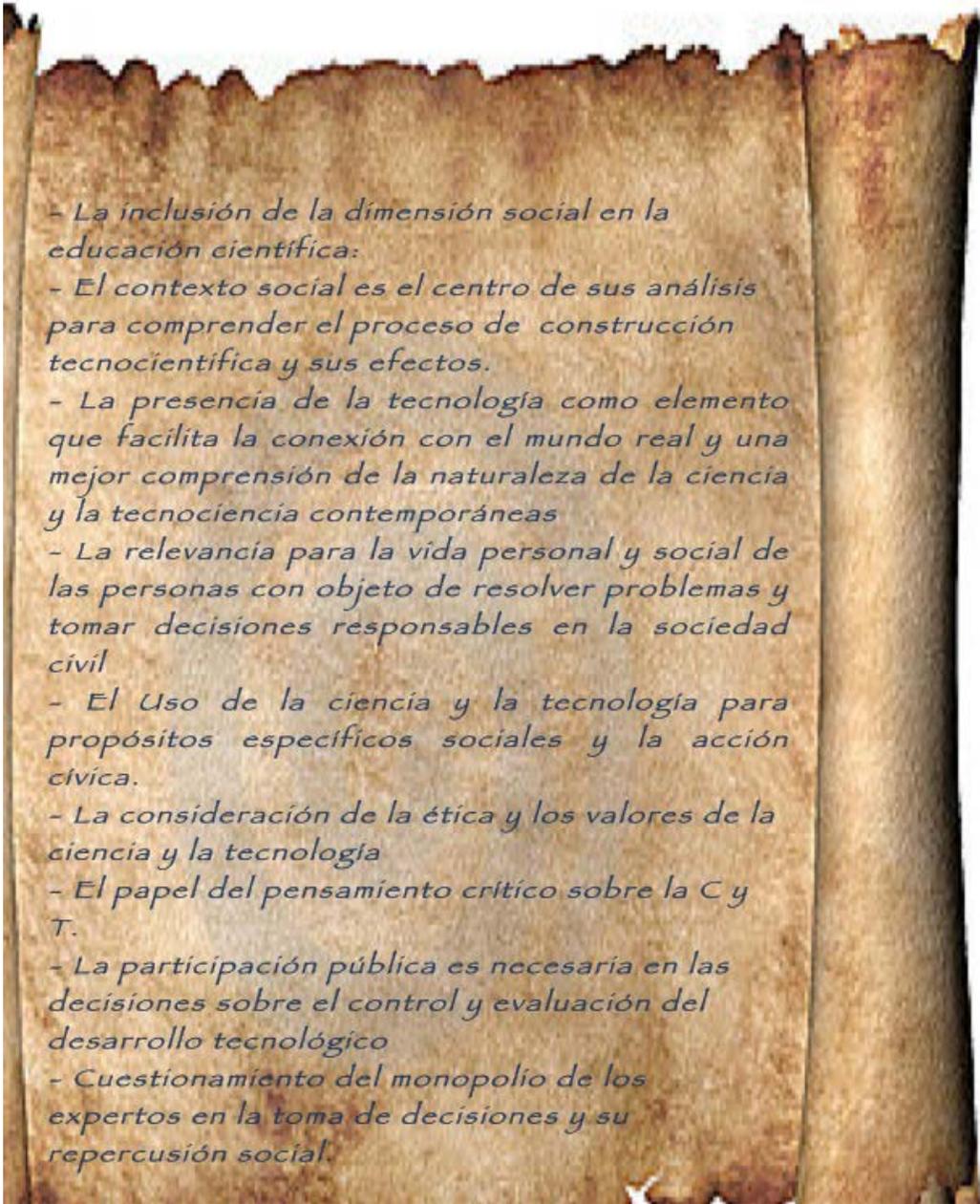
De allí que la educación y la pedagogía que tiene en cuenta el campo disciplinar del CTS tiene sentido a partir del reto que signi-

fica la responsabilidad de un mejor manejo de las innovaciones científicas y de los artefactos tecnológicos, que a la vez implica una postura crítica sobre la idealización en la que se han ubicado tanto a la ciencia como a la tecnología, lo que conlleva a la revisión de la manera como se han comprendido tradicionalmente estas.

Como se ve, es una manera de posicionarse frente a la enseñanza en ciencia y tecnología diferente a la que se ha venido realizando y que ha estado caracterizada por enfatizar el proceso educativo en la adquisición de conocimientos y habilidades solamente para el empleo y en la comprensión netamente instrumental de la ciencia y de la tecnología.

Es así como esta nueva educación sobre ciencia y tecnología ha recibido el nombre de “alfabetización científica y tecnológica”, y la relacionan directamente con “la educación para la ciudadanía” en tanto se busca ciencia y tecnología pertinente, útil y contextualizada con la sociedad en la que se vive.

Las características de esta alfabetización y educación la sintetiza el siguiente “manuscrito”:

- 
- *La inclusión de la dimensión social en la educación científica:*
 - *El contexto social es el centro de sus análisis para comprender el proceso de construcción tecnocientífica y sus efectos.*
 - *La presencia de la tecnología como elemento que facilita la conexión con el mundo real y una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas*
 - *La relevancia para la vida personal y social de las personas con objeto de resolver problemas y tomar decisiones responsables en la sociedad civil*
 - *El uso de la ciencia y la tecnología para propósitos específicos sociales y la acción cívica.*
 - *La consideración de la ética y los valores de la ciencia y la tecnología*
 - *El papel del pensamiento crítico sobre la C y T.*
 - *La participación pública es necesaria en las decisiones sobre el control y evaluación del desarrollo tecnológico*
 - *Cuestionamiento del monopolio de los expertos en la toma de decisiones y su repercusión social.*

Fuente: Imagen construida por el autor tomando el texto de ACEVEDO, J. Y otros.

El para qué de la alfabetización científica y tecnológica vinculada con la educación para la ciudadanía ha venido tomando forma a medida que resurgen preguntas como la que se toma de Carlos Osorio (Osorio, 2002).

¿Cómo lograr que la educación en tecnología contribuya a que los sistemas tecnológicos sirvan realmente para la construcción de formas satisfactorias de vida personal y comunitaria; que la educación en tecnología nos forme para participar en la definición de tales sistemas tecnológicos, compatibles con un orden social que disminuyan las desigualdades sociales?

Esta pregunta es pertinente en esta unidad ya que advierte sobre la continuidad del pobre papel en que la sociedad (y los diferentes y diversos miembros de ésta) ha terminado por realizar con respecto a la ciencia y a la tecnología, el cual no ha sido otro que el de convertirse en una simple **espectadora** y consumidora de los desarrollos científicos y tecnológicos.

La pregunta, por el contrario, induce a concebir que somos parte de los diferentes sistemas tecnológicos por medio de la participación en el diseño de los mismos, pero además con fines que no sólo le sirvan a determinados grupos poblacionales o que sean representativos de artefactos sofisticados, sino que sean tecnologías que sirvan a problemas sociales en un territorio específico, y por lo tanto, para una población específica.

Por lo anterior, la educación desde el CTS tiene como finalidades el análisis crítico del papel de la ciencia y la tecnología, pero también, el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones relacionadas con los temas tecno-científicos (tecnológicos y científicos), debido a la necesidad de su resignificación después de que la concepción heredada de la ciencia fuese fuertemente

cuestionada por los múltiples hechos y efectos generados por una ciencia vista como simplemente neutra y objetiva.

Recuérdese la concepción heredada en la Unidad 1 y su entendimiento sobre la ciencia:

DEFORMACIONES A LAS QUE SE HA DIRIGIDO EL ENTENDIMIENTO DE LA CIENCIA

- 1.- Visión descontextualizada.
- 2.- Concepción individualista y elitista.
- 3.- Concepción empiro-inductivista y ateorica.
- 4.- Visión rígida, algorítmica e infalible.
- 5.- Visión aproblemática y ahistórica.
- 6.- Visión exclusivamente analítica.
- 7.- Visión acumulativa de crecimiento lineal.

CTS en lo pedagógico:

Se puede hacer un paralelo entre la presentación educativa tradicional de la ciencia y de la tecnología y la que plantea el CTS:

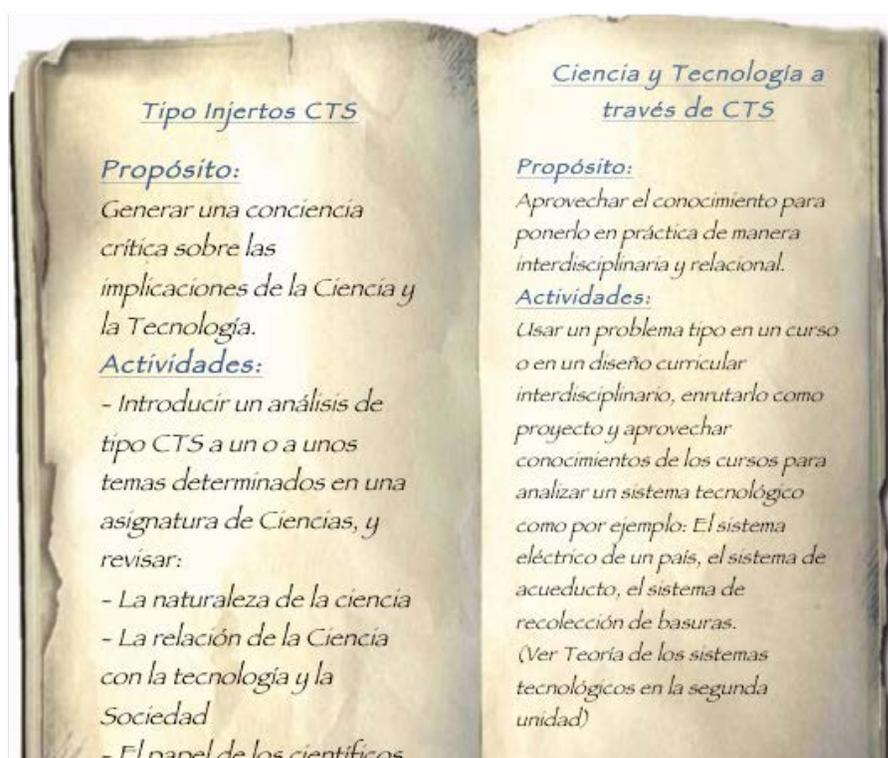
Presentación educativa tradicional de la ciencia y de la tecnología	Presentación educativa desde el CTS de la ciencia y de la tecnología
Los conocimientos científicos y tecnológicos son presentados como descubrimientos independientes o aislados de condicionantes históricos e ideológicos, así como de los contextos sociales que las producen y explican.	Los avances científicos y tecnológicos son vistos como una construcción social, producidos en medio de procesos caracterizados por controversias y conflictos, la conciencia sobre la existencia de valores e intereses y la trayectoria (socio-técnica) misma de su elaboración.
Los generadores de los descubrimientos científicos y tecnológicos son presentados como heroicos logros realizados por genios individuales denominados como Inventores y expertos.	Los actores que se ven inmersos en inventos y descubrimientos hacen parte de una red o sistema que tiene otros componentes. La inteligencia o brillantez del científico o inventor no es lo único que determina el éxito de un experimento.
Sólo se resaltan los casos exitosos y no los experimentos que han fracasado, éstos últimos pueden ser mayores que los primeros.	Un “descubrimiento”, invento, innovación o diseño tecnocientífico se estabiliza y se populariza luego de la trayectoria de otros inventos cuyo éxito o fracaso relativo se dio por un conglomerado de factores.
La ciencia y la tecnología están regidas por patrones de objetividad	La ciencia y la tecnología son producto de procesos que no son neutrales ni objetivos.

Presentación educativa tradicional de la ciencia y de la tecnología	Presentación educativa desde el CTS de la ciencia y de la tecnología
El desarrollo tecnocientífico implica la generación de especialistas que se convierten en expertos. Las instituciones educativas reivindican la figura del experto.	Se cuestiona el privilegio sobre la “voz única” de los expertos en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico.

Sin embargo, en cuanto a la manera mediante la cual llevar este tipo de enseñanza a la realidad, la propuesta de la literatura en CTS y Educación se basa en el trabajo sobre estudios de controversias sociales que se generan a partir del desarrollo de una innovación o de un descubrimiento.

Los estudios de caso de controversias sociotécnicas deben propender por presentar asuntos en los que las cuestiones tecnocientíficas tienen relevancia social y que se ven inmersos en medio de una red de actores de diversos tipos (expertos y profanos, promotores y afectados, ciudadanos y administradores, científicos y usuarios, entre otros actores).

El manuscrito que se expone a continuación resalta dos formas por medio de las cuales abordar el mundo desde el CTS en ámbitos educativos:



Fuente: Imagen construida por el autor tomando como fuente al Grupo ARGO 2003.

Así entonces, podemos encontrar un conjunto de casos, de controversias sociotécnicas que se clasifican en **históricos, actuales y simuladas**, las cuales actúan como métodos pedagógicos para la enseñanza del CTS como herramienta de análisis a problemas socio-técnicos.

Antes de describir estas herramientas pedagógicas, es importante no olvidar que la alfabetización científica y tecnológica en tanto proceso educativo es un asunto que se esfuerza por comprender las realidades humanas, y que en ese proceso por comprender se vale de elementos que se fundamentan en **la filosofía hermenéutica**¹.

Para un mejor contexto del estudiante, cabe recordar que ésta escuela filosófica es el referente de la denominada “teoría de la comprensión”, la cual le asigna gran importancia al lenguaje o a la palabra como forma de relacionamiento entre humanos, lo que constituye que se viva en un mundo que es dialógico² (Vigo, 2003).

Lo anterior porque el lenguaje permite a los sujetos socializar, es el elemento que posibilita el remitirnos al otro y a nosotros mismos, y de ésta relación emerge la construcción propia como sujeto a partir de la comprensión de lo que comunica el otro.

Acudir al dialogo responde a una inquietud por el sentido, en medio de un proceso de comprensión de la realidad que pretende una búsqueda de la verdad. El principio dialógico involucra, así mismo, una toma de posición en el debate.

Al mismo tiempo, la inquietud por el sentido

de las cosas también se halla en las prácticas cotidianas. En esta dirección, la hermenéutica es entendida no solo como una teoría de la comprensión sino también como una praxis humana.

Este aspecto de la Hermenéutica es explicado de manera clara por el profesor E. Lleras, quien recuerda que “en la concepción Heideggeriana, el hombre se construye a partir de sus prácticas, habita el universo de sus prácticas; y estas prácticas determinan su relación consigo mismo” (Lleras, 2008).

Así, continuando con Lleras, “El hombre habita en el lenguaje, y sus prácticas son lenguaje, y su lenguaje es práctica. Es decir, el ser humano habita en un mundo de acción con sentido. En un cosmos de cuerpos que interactúan con dirección y para algo, no en un cosmos de orden racional abstracto” (Lleras, 2008).

Por lo anterior, los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, desde un enfoque constructivista, necesitan de la herramienta dialógica para que sus estudiosos comprendan las relaciones prácticas de las cuales hacen parte cotidianamente, es decir que se confronta a la persona sobre el sentido del uso, de la creación y/o de la adaptación de la tecnología y de la ciencia que está poniendo en práctica.

Por tanto, de lo anterior se podría decir que la educación y la gestión de lo que hasta ahora se ha conocido como ciencia y tecnología que se ejerce en la sociedad en que se vive, ha tenido un ejercicio dialógico y participativo muy pobre desde el enfoque hermenéutico, lo cual es precisamente el sentido y el

1- Heidegger, Gadamer, Wittgenstein y Ricoeur son los autores más representativos de esta escuela filosófica.

2- EDUCATINA. Historia de la Hermenéutica. [Consultado el 23/10/13]. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=brQL1exy3fU>

propósito de la manera de comprender la ciencia y la tecnología que se ha venido presentando a lo largo de éste módulo.

Así entonces, las herramientas pedagógicas que se describen en las próximas páginas son ejemplos de casos en los que se utiliza el principio dialógico para comprender la manera como práctica el estudiante la ciencia y la tecnología. En últimas, se trata de comprender el “lenguaje tecno-científico” del estudiante, utilizando como medio el lenguaje mismo.

Los casos CTS históricos:

Se utilizan cuando se quiere estudiar controversias históricas sobre temas CTS en algún contexto determinado. Se refieren a controversias clausuradas por la historia y, por tanto, bien definidas. En la unidad 2, por ejemplo, se expuso la controversia que encarnó la trayectoria socio-técnica de la bicicleta. Se observó que era una controversia clausurada y estabilizada.

Dependiendo del contexto elegido, el caso que se escoja puede tener cierta relevancia educativa, y precisamente por ser casos cuya controversia ya está cerrada, sobre los cuales existen estudios previos, resultarán de fácil manejo didáctico en el aula, siendo accesible la información correspondiente. Sin embargo, como se trata de asuntos “del pasado”, puede suscitar desinterés en los estudiantes.

Los casos CTS actuales:

Los casos en tiempo real, al abordar polémicas abiertas y que están en constante redefinición, resultan muy difíciles de manejar en el aula, no por escasez de información, sino por sobrea-bundancia.

En este tipo de casos, el gran interés y la actualidad de los asuntos puede acabar inundando el

trabajo en el aula e impidiendo una adecuada perspectiva sobre el tema. Éste tipo de temas resultan altamente motivadores para los alumnos por llevar al aula los asuntos que también preocupan fueran de ella.

Como ejemplo de éste tipo de casos se pueden traer a colación controversias abiertas en el territorio de los estudiantes como el sistema de transporte urbano, el acceso a los medicamentos, el uso de TICs como indicador de desarrollo, o la utilidad social de innovaciones científicas y tecnológicas para la economía familiar, barrial o local.

Los casos CTS simulados:

Se trata de trabajar en controversias ficticias sobre decisiones tecnocientíficas perfectamente verosímiles, aunque no reales. En ellos, las polémicas estarían abiertas (como en los casos reales), pero a la vez bien definidas (como en los históricos) ya que la realidad no inunda la situación sino que ésta se presenta de forma controlada.

Como se observa, la educación CTS es situada ya que se preocupa por observar casos de la vida práctica de los territorios. Aunque tiene que ver con la filosofía y la historia de las ciencias y las tecnologías, no supone convertirse en la exaltación y promoción de los logros de la ciencia y la tecnología o su reivindicación acrítica para el “proclamado beneficio de la sociedad”, y tampoco es un tipo de **activismo anticientífico que pretende la tecnofobia**.

No obstante, sí es una mirada contextualizada que busca una relación participativa con la construcción de la ciencia y de la tecnología.

En la siguiente Unidad se abordarán diversos ejemplos por medio de los cuales enseñar el CTS y su utilidad para con el territorio local, la sociedad y el mundo.



Metodologías de enseñanza del CTS



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DEL ÁREA ANDINA**

Personería Jurídica Res. 22215 Mineducación Dic. 9-83

Introducción

Esta es la cartilla que cierra éste módulo, comienza realizando un breve repaso a lo que se ha visto, seguidamente se plantea una propuesta pedagógica para la enseñanza del CTS. Concreta y profundiza lo que se comenzó a ver en la unidad 3. Se centra en los casos simulados como estrategia de abordaje del análisis de las controversias socio-técnicas en el aula. Termina, con la presentación de lo que se conocen como las tecnologías sociales, una especial metodología que busca incidir fuera del aula y tener impacto social.

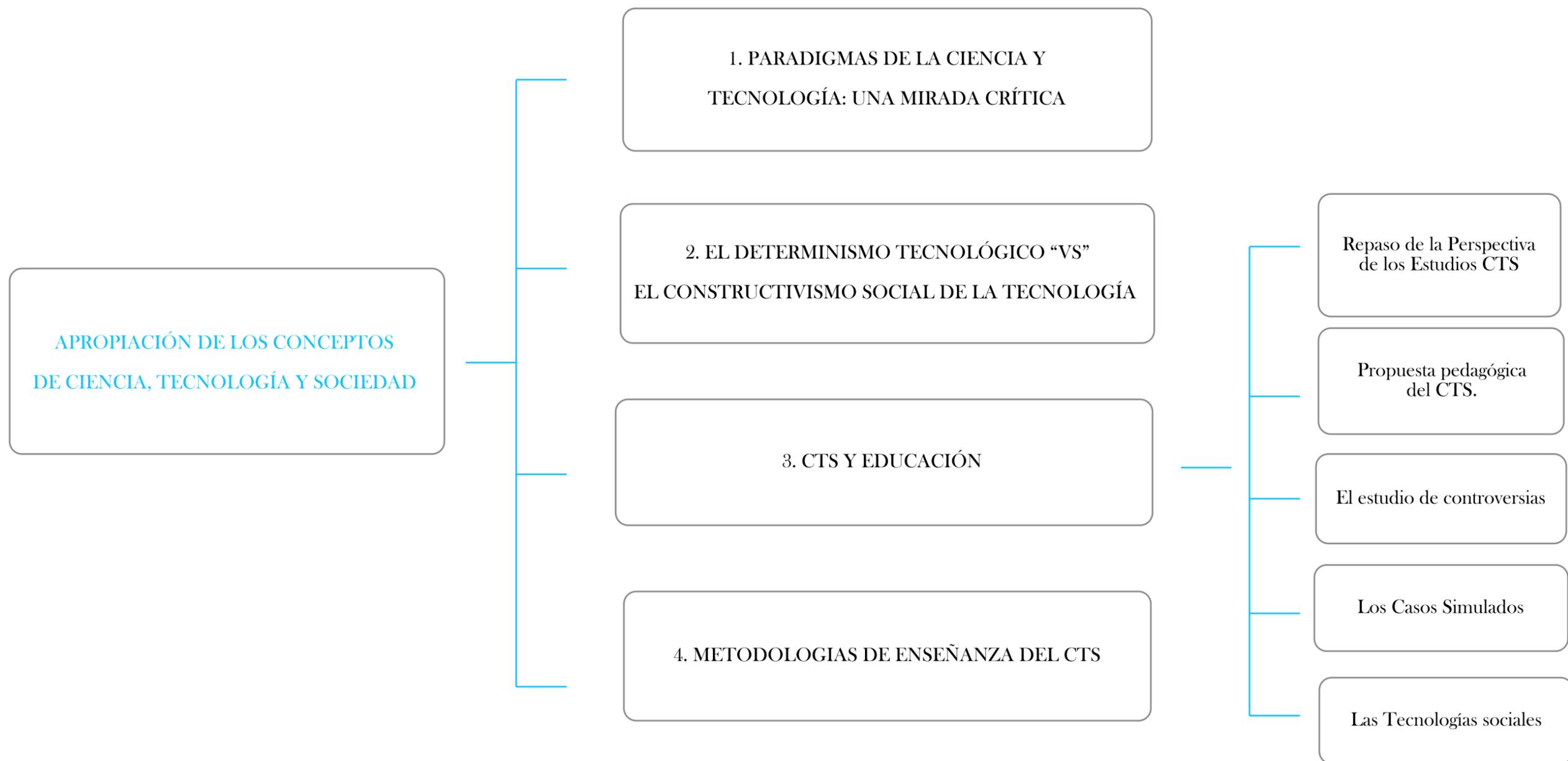
Metodología

La estrategia pedagógica de esta cartilla es llevar al estudiante a un repaso de las nociones principales del CTS como introducción para enrolarlo en una propuesta pedagógica de enseñanza del CTS.

Se pretende que el estudiante conozca un modelo de enseñanza en esta temática, para lo cual se le presentan estrategias pedagógicas que complementan las vistas en la unidad 3.

Se concluye invitando al estudiante no sólo a enseñar el CTS en el aula sino en ámbitos comunitarios y locales.

Mapa conceptual del módulo



Objetivo General

El desarrollo teórico y la aplicación de las estrategias pedagógicas y metodológicas correspondientes permitirán que el estudiante alcance una vez finalizada la unidad las siguientes metas:

Objetivos de Aprendizaje:

- Apropiar un modelo pedagógico para la enseñanza del CTS basado en la simulación de casos para que el estudiante pueda aplicarlo según sus propios ejemplos.
- Comprender la intensión política y pública de las tecnologías sociales en el caso de la educación para entender el sentido de los artefactos que intervienen en ella.
- Presentar un caso simulado de una tecnología social, como ejemplo de ésta estrategia pedagógica aplicada a un problema relacionado con la educación para que el estudiante se familiarice con éste tipo de herramienta pedagógica.

Desarrollo temático

Repaso de la perspectiva de los estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad)

A lo largo del módulo se ha insistido en una manera diferente de abordar los procesos, problemáticas o proyectos que tienen que ver con algún desarrollo científico o tecnológico.

Se ha podido observar que estas problemáticas no son opuestas al mundo social, por el contrario, hacen parte de la sociedad.

La idealización de la ciencia y de la tecnología hace parte de una manera particular de enseñarlas, en la cual se necesita experticia técnica y un laboratorio, elementos que le han dado un carácter de lejana, inalcanzable y de absoluta verdad.

Sin embargo, a lo largo de éste módulo se ha tratado de reseñar que el desarrollo tecnocientífico depende no sólo de la propia ciencia o tecno-ciencia sino que también hay que tener en cuenta factores culturales, políticos, económicos, etc.

En relación con esto se afirma también que no hay dentro de las tecno-ciencias algo así como un saber oculto o inaccesible al no experto.

Esto conlleva a reflexionar sobre el hecho que supone que se comparte compartir un compromiso democrático básico, en el sentido de asumir el diálogo, el debate o la controversia como forma de relación social. De allí que se debería procurar y favorecer la valoración y el control públicos por parte de los ciudadanos sobre el desarrollo tecnocientífico, es

decir, proporcionar las bases educativas para una participación social formada y también crear los mecanismos institucionales que hagan posible tal participación. Hay que decir que a esto le apuntan los estudios CTS.

Ahora bien, por otra parte es importante comentar los aportes de los estudios CTS ya que sobre el respecto no se ha comentado en las anteriores unidades.

Es preciso subrayar que entre las bondades de los estudios de CTS, se cuenta el abordaje sobre los modos en que las comunidades científicas reciben los nuevos hechos y teorías científicas, el carácter de las polémicas y los debates entre los científicos e instituciones con diferentes teorías o propuestas, redefinieron las interrelaciones entre ciencia y tecnología, abandonando la idea positivista de que las tecnologías no son más que las aplicaciones de la ciencia, entre otros.

Habiendo recordado esto, para el presente módulo se hace importante enfocar el CTS en la relación con la educación, por el carácter mismo de la especialización que se cursa.

En el marco de la relación entre CTS y educación, los interesados en ella, se encuentran con una propuesta pedagógica, de la cual ya se comentaron algunas estrategias pedagógicas para desarrollar lo que se ha denominado como alfabetización científica y tecnológica.

Propuesta pedagógica del CTS.

Se propone una propuesta pedagógica para la alfabetización de la que se habla:

Esta propuesta parte de varios supuestos:

- Se reconoce que en la actualidad muchas de las acciones del hombre y la sociedad son fuertemente tecnológicas o importantes tecnológicamente hablando. Recuerde que se analizó una definición constructivista del término “tecnología”, frente a la definición puramente artefactual, que es la generalizada.
- Se considera que es indispensable preguntarse sobre el papel que le asignamos a la tecnología en la sociedad, sus límites y alcances, ya que toda tecnología escogida por y para una sociedad, y la manera en que se implemente y administre, juega un papel determinante en las posibilidades y conformación de mecanismos y realidades de exclusión, equidad y justicia en el ámbito de la sociedad en cualquier nivel territorial (familiar, barrial, local, regional, nacional y global).
- Existe preocupación por un manejo responsable de la construcción e implementación de la tecnología, en relación directa con el beneficio de la mayoría de la población (Jiménez, 2004).

En esta propuesta se recurre a la ubicación, seguimiento y análisis de la controversia como metodología de un ejercicio de éste tipo. Profundizando un poco más en lo comentado en la unidad 2 sobre las controversias, éstas permiten confrontar y articular argumentos técnicos con argumentos sociales, cotidianos, de orden práctico y de orden teórico.

La metodología de controversias permite “traer la realidad al salón de clase” -en el caso de ésta especialización, “al aula vir-

tual”-, hace posible reflexionar sobre problemas socialmente relevantes y además pensar en soluciones sobre los mismos, aportes que se pueden hacer desde el contexto educativo a su resolución.

Por otra parte, la guía de la propuesta pedagógica se soporta sobre la tensión entre la “adecuación de la tecnología “vs” la neutralidad de la tecnología”. Esto por la importancia de contextualizar la tecnología según donde se vaya a implementar pues las tecnologías que benefician a la población en un país del primer mundo, pueden ser nocivas para la población o inútiles para resolver determinado problema en un país subdesarrollado.

De manera similar a la manera como se comenzó el presente módulo, es necesaria una reflexión profunda y una sensibilización sobre la relación que los estudiantes tienen con la tecnología, pues en general se muestra un gran desconocimiento entre ellos y ellas sobre las temáticas, conceptos y problemas relevantes para las controversias y decisiones tecnológicas de pertinencia social.

El estudio de controversias

En la anterior unidad se clasificaron los diferentes tipos de casos de controversias que ayudan a aplicar el análisis del CTS. Se trata de situaciones en las que se dan decisiones de importancia social relacionadas con la actividad tecno-científica, que como se ha visto, hace parte del mundo social.

En los casos CTS hay decisiones explícitas o implícitas sobre asuntos de importancia social, que esas decisiones se refieren a asuntos relacionados con conocimientos o artefactos tecnocientíficos y que sobre ellas cabe una controversia legítima por cuanto incorporan también intereses, opiniones y valores de

distinto tipo. Por esto al realizar un análisis de éste tipo, el estudiante se encuentre con perfiles genéricos de las actitudes sociales más frecuentemente presentes en este tipo de controversias:

- Actores interesados o favorecidos por la implantación de la tecnología de que se trate (empresarios, sindicatos, usuarios, etc.).
- Actores críticos o abiertamente contrarios al desarrollo tecnológico que motiva la controversia (colectivos ecologistas, asociaciones de consumidores).
- Expertos tecnocientíficos de los que se demanda asesoramiento para la evaluación de esa tecnología (instituciones de investigación o evaluación sobre el tema).
- Mediadores con capacidad para el seguimiento y amplificación pública de la controversia (medios de comunicación) o instancias con responsabilidad pública en la toma de decisiones sobre la implantación de esa tecnología (administración, consejo escolar de la escuela, etc.) (Jiménez, 2004).

Los casos simulados

En la anterior unidad se nombraron tres tipos de casos por medio de los cuales se puede practicar pedagógicamente el análisis socio-técnico del CTS, uno de ellos es el tipo de casos simulados.

Temáticamente los casos simulados CTS no son diferentes de los que aparecen en los periódicos o de los “casos actuales”, menciona-

dos en la anterior unidad. Lo que se simula son sólo las condiciones concretas en las que se desarrolla la controversia a fin de hacer viable su tratamiento en el aula.

Este tipo de casos consisten en la “articulación educativa de controversias públicas a partir de un determinado asunto relacionado con desarrollos tecno-científicos que tiene importantes implicaciones sociales” (Gordillo, 2003).

La metodología de los casos simulados la explica el mismo autor:

A partir de una noticia ficticia, pero absolutamente verosímil, se plantea una situación de controversia en la que intervienen varios actores sociales con ideas, intereses u opiniones diversas en relación con el asunto del que se trate. Científicos, ingenieros, empresas, asociaciones ecologistas, grupos vecinales, grupos políticos, asociaciones profesionales, ciudadanos afectados, etc. son el tipo de colectivos que constituyen la red de actores que configuran los casos simulados CTS para su uso educativo. En la formulación de esa red se intenta garantizar un adecuado equilibrio de posturas y argumentos a fin de que (a diferencia de lo que muchas veces ocurre en la realidad) no se cierre el debate antes de haberse iniciado. También se coloca siempre un actor social que hace el papel de mediador que se encarga de velar por la limpieza democrática del debate y de garantizar la presencia de los diversos puntos de vista. En el aula, tras la lectura de la noticia ficticia y los documentos complementarios (ficticios y reales) con los que se articula el caso, se reparten los papeles de los actores sociales entre diferentes equipos de alumnos a fin de que éstos se pongan en su piel y busquen argumentos para defender las posiciones que aleatoriamente les han podido corresponder en la controversia ficticia. Tras un tiempo en el que el trabajo de los equipos consiste en documentarse e investigar para preparar argumentos en favor de sus posiciones que se recogerán en informes escritos por cada equipo, se pasa a la defensa pública de los mismos y el pos-

terior debate abierto entre todos los actores de la controversia. Tal debate es moderado por el equipo que juega el papel de mediador que, además, tendrá que tomar la decisión final sobre el asunto que se discute a la vista de los argumentos presentados. Tras ella, y fuera ya de la controversia ficticia, se dedica un tiempo al diálogo abierto en el aula para analizar la decisión tomada y los argumentos que han aparecido en la controversia (Gordillo, 2003).

De alguna manera, se pretende equiparar lo que pasa en un laboratorio para la ciencia normal, o tradicional, en donde lo que se pretende es controlar y manejar las variables en busca de resultados significativos. Lo que se pone en juego en el “laboratorio del aula” es una controversia simulando su construcción a partir del papel de los diferentes actores.

En el artículo de Gordillo sobre metáforas y simulaciones como alternativas para la enseñanza de las ciencias, se formulan varias propuestas de casos para simular (Gordillo, 2003).

Se encuentran casos en los campos del medio ambiente, de la salud, de la educación virtual o en el escenario de nuevas tecnologías y de las comunicaciones, entre otros ámbitos. Concretamente, (Gordillo, 2003) se mencionan varias **controversias simuladas** tratadas en el aula, algunas de las cuales son:

Tema	Controversia
La contaminación industrial del agua	Sobre la construcción de un complejo industrial en una zona virgen del Amazonas, que busca desarrollo económico, pero con efectos sobre las formas de vida tradicionales y sobre el entorno natural del río.
AIDS-2001: La vacuna contra el SIDA.	Sobre el experimento de una vacuna en niños, por parte de una empresa farmacéutica. La vacuna puede ser exitosa o fracasar, los niños pueden salir curados, pero la farmacéutica privatizar el descubrimiento y establecer el costo del medicamento.

<p>Las antenas de telefonía móvil</p>	<p>Sobre la solicitud de alquiler del tejado de un centro educativo, por parte de una empresa de telefonía celular a cambio de una importante suma de dinero, para instalar una antena para la amplificación de la señal de telefonía móvil. La oferta plantea a la comunidad educativa una intensa controversia en la que se discuten los posibles efectos para la salud de este tipo de radiaciones.</p>
<p>Renovación urbana</p>	<p>Una ciudad se plantea regenerar una zona de cierto valor histórico aunque bastante degradada. Los proyectos que se someten al debate público son muy diversos: desde parques tecnológicos hasta viviendas y centros comerciales.</p>

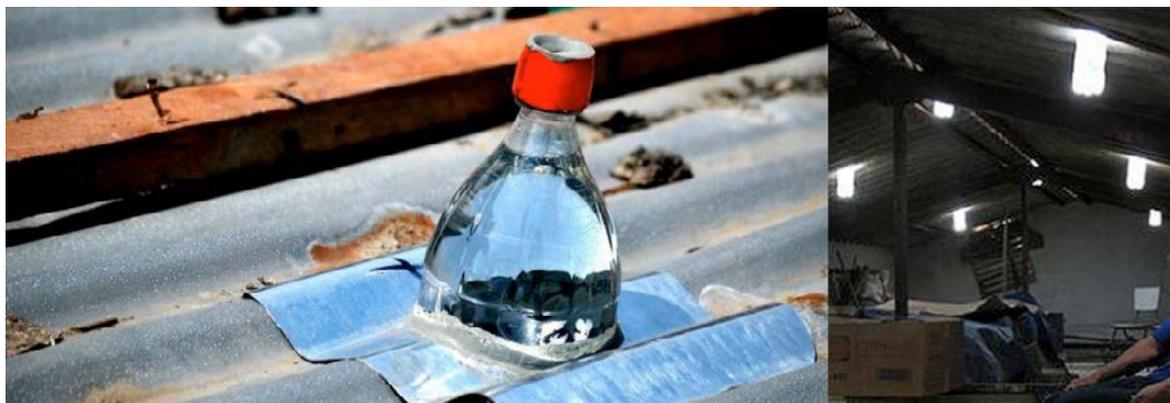
Las tecnologías sociales

Se define a la tecnología social como “una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social” la cual atraviesa un amplio rango de ámbitos que hacen parte de la sociedad, en cuanto al producto, al proceso y a la organización, como lo son: alimentos, vivienda, energía, agua potable, transporte, comunicaciones, y por supuesto, educación (Thomas, 2011).

La tecnología social se refiere a “productos, técnicos y/o, metodologías re-aplicables, desarrolladas en interacción con la comunidad, y que representan efectivas soluciones de transformación social” (Thomas, 2011).

Por ejemplo: en 2002, un mecánico brasileño llamado Alfredo Moser, cansado de los frecuentes apagones eléctricos que sufría la ciudad en la que vive, inventó una bombilla que provee iluminación gratuita y ecológica, a partir de la refracción de la luz solar en el agua. El procedimiento es el siguiente: Una botella de plástico de dos litros llena de agua a la que se añade algo de legía para preservarla de las algas. La botella se coloca en el agujero del tejado y se ajusta con resina de poliéster. A éste invento le llaman la bombilla de los pobres y ha beneficiado a una gran cantidad de su comunidad¹.

La representación gráfica de éste artefacto es la siguiente:



La bombilla de los pobres

http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-08-13/la-bombilla-de-los-pobres-que-triunfa-en-suburbios-de-todo-el-planeta_17680/

1. La 'bombilla de los pobres' que triunfa en suburbios de todo el planeta. Iluminación sin electricidad durante el día. En: El confidencial. (08/2013). [Consultado el 24/11/13]. Disponible en http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2013-08-13/la-bombilla-de-los-pobres-que-triunfa-en-suburbios-de-todo-el-planeta_17680/

Otros ejemplos de tecnologías sociales se pueden traer a colación:

- Un colegio cuya comunidad educativa procesa caña de azúcar para producir el etanol necesario para el bus de su colegio.
- Una comunidad que se involucra en un proyecto que busca apoyar la vocación de sus participantes buscando la disminución de la frustración personal, para lo cual se hace necesaria la conjunción de saberes, capacitación y artefactos tecnológicos.
- La organización de un grupo de campesinos y ciudadanos para crear una cadena productiva y comercializadora en función de productos agrícolas cultivados con pesticidas basados en productos orgánicos en vez de productos agroquímicos. El producto limpio de éstos productos es un valor agregado en función de una mejor economía de las familias participantes del proyecto.

Las tecnologías sociales vienen siendo producidas y utilizadas por movimientos sociales, cooperativas populares, ONG, gobiernos locales, y empresas públicas para suplir servicios a los que algunas comunidades no pueden acceder ya sea por falta de ingresos o por la mala calidad de los mismos, como en el ejemplo de la bombilla de los pobres.

Así mismo, las tecnologías sociales buscan ser parte de proyectos que más allá de perseguir el lucro económico de un inventor, son motivados por el beneficio comunitario, local y colectivo. Esto significa que el abordaje CTS de las realidades sociales y técnicas también se puede vivenciar en lo cotidiano.

Se puede afirmar que las tecnologías sociales tienen unas características especiales:

- Es muy importante trabajar en una dinámica organizativa y participativa.
- Se sustenta en una metodología de acción comunitaria, conjunta, colectiva, directa.; en síntesis, una acción participativa. En adición a esto, si se plantea en el marco de un proyecto de investigación, se estaría hablando de una metodología de investigación acción participativa (IAP), cuyo referente está en el recordado sociólogo Orlando Fals Borda. Un ejemplo de ésta manera de proceder se práctica en las comunidades de aprendizaje (Lleras, 2002).

Como proceso comunitario y de desarrollo local, un proceso enmarcado en las tecnologías sociales implica el ejercicio de la alfabetización científica y tecnológica de la que se escribió en la unidad 3, es decir, de un proceso educativo.

Es más, un programa de educación en cualquier área del conocimiento, ejecutado por medios virtuales para ser utilizado por un individuo o una comunidad específica, puede ser abordado desde el enfoque de las tecnologías Sociales CTS.

Debido a que se ha comentado a través del módulo que el CTS es una forma de estudio situada de la tecnología, se propone **un caso simulado** con respecto al problema de la educación virtual para ejemplificar la reflexión que propone la perspectiva de la tecnología social.

Suponga que un centro educativo ha desarrollado la Educación Virtual como forma para expandir su oferta académica a territo-

rios en donde no tiene sedes académicas. El centro educativo ubica una comunidad de campesinos en los llanos orientales de Colombia, que aunque son pequeños propietarios de tierra, viven económicamente de la cría de su propio ganado y del cuidado de hatos de haciendas vecinas a sus predios.

El centro educativo les ofrece cursar una carrera de zootecnia en la modalidad virtual, la cual justifica por el hecho de que la humanidad se encuentra en un periodo en el cual el conocimiento se considera cada vez más como la base de crecimiento económico, ya que las personas adquieren calificaciones cada vez más requeridas por la sociedad moderna. En otras palabras, el centro educativo invita a la comunidad a prepararse para la denominada “sociedad del conocimiento” para la cual la tecnología y la educación son factores del cambio social (Krüger, 2006).

Sin embargo, desde este punto de vista, las preguntas pertinentes que surgirían serían:

- ¿Cómo accede la comunidad a la educación virtual?
- ¿Es el Software (plataforma) accesible, entendible, comunicativo para los estudiantes?
- ¿En qué beneficia a una comunidad particular la educación por medios virtuales?
- ¿Cómo y a qué costo se implementa el servicio de internet para acceder a la educación virtual en una comunidad determinada?
- ¿De qué manera participarán los estudiantes en el intercambio de conocimiento, dado que ellos también tienen su propio conocimiento?

- ¿Conocen el manejo de un computador?

Como ya se ha comentado, los estudios de ciencia tecnología y Sociedad demandan que los problemas que se proponen para su análisis, sean problemas situados, lo que quiere decir que se tenga en cuenta la importancia del contexto de la comunidad o del individuo que utiliza determinada tecnología.

Como enfoque del CTS, la tecnología social es una respuesta alternativa a la adaptación, apropiación o transferencia de tecnología sin tener en cuenta las especificidades de la comunidad a la cual se le oferta determinada tecnología.

De allí el principio de autonomía que proponen las tecnologías sociales, ya que si una comunidad no puede crear su propia tecnología, por lo menos debe apropiarse la de otros de la manera más incluyente, económica y ecológica, esto es, de la manera que mejor beneficie al bien común.

En éste sentido, desde el enfoque del CTS conocido como tecnologías sociales, con respecto al caso simulado que se propuso anteriormente, la justificación utilizada por el centro académico para que la comunidad tome el programa de zootecnia con el fin de tener más habilidades en la llamada “sociedad del conocimiento”, es irrelevante, dado que lo importante es la comunidad de campesinos a la que se le ofrece el programa.

Como se ha mencionado en otro pasaje de este curso, no se trata de adoptar una tecnología por adoptarla, o por ser más modernos. En cambio, de lo que sí se trata es de dilucidar el para qué el uso de determinada tecnología y para quién es el real beneficio.

En ese sentido, tal vez el programa de educa-



ción virtual utilizado en el caso simulado que se acaba de presentar sería más motivante para los campesinos si tiene consigo un tutor que los apoye a comprender el manejo del computador o si la modalidad permite el intercambio de ideas basadas en su propio conocimiento.

Como se ha visto durante el módulo, el abordaje sobre la ciencia y la tecnología es un asunto que realmente no es ajeno a la cotidianidad de cada ser humano.

Es determinante la manera como se entiendan estos dos términos y su visión crítica, ya que los referentes comunes de que la ciencia es neutral, objetiva y autónoma, así como de que la tecnología es una cosa complicada sobre la cual unos cuantos expertos pueden participar de las decisiones que se tomen sobre ella, son reproducidos a través de los diferentes medios de comunicación.

Como se escribió en la unidad 3, la alfabetización científica y tecnológica es la educación para la ciudadanía en tanto se busca ciencia y tecnología pertinente, útil y contextualizada con la sociedad en la que se vive.

Para ir concluyendo, es importante recordar que la educación CTS no se reduce a un curso de filosofía de la ciencia o de teoría del conocimiento, así como tampoco se trata sólo de un curso de historia de las ciencias y las tecnologías.

La educación CTS no es un curso de divulgación tecnocientífica e carácter tecnófilo, ni un curso de activismo anticientífico de carácter tecnófobo.

Sin embargo, las enseñanzas de los estudios CTS sí aportan una desmitificación del papel social de la ciencia y de la tecnología

para hacerlas accesibles e interesantes para los ciudadanos y para promover el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones relacionadas con los temas tecnocientíficos.

Por lo tanto y como cierre, como los estudios CTS permiten promover una nueva relación de los ciudadanos con la ciencia y la tecnología y favorecen el interés público en ellas, propiciando la aparición entre los ciudadanos de inquietudes y vocaciones científicas y tecnológicas, con lo que a la vez, son una base importante para el propio fortalecimiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Remisión a fuentes complementarias

GUTIERREZ, Ángel y LLERAS, Ernesto. El rediseño organizacional participativo: en busca de la organización como “comunidad de aprendizaje”. En: ESOCITE 2010 [Consultado el 1/9/2013]. Disponible en http://www.esocite2010.escyt.org/autor_ampliado.php?id_Autor=292

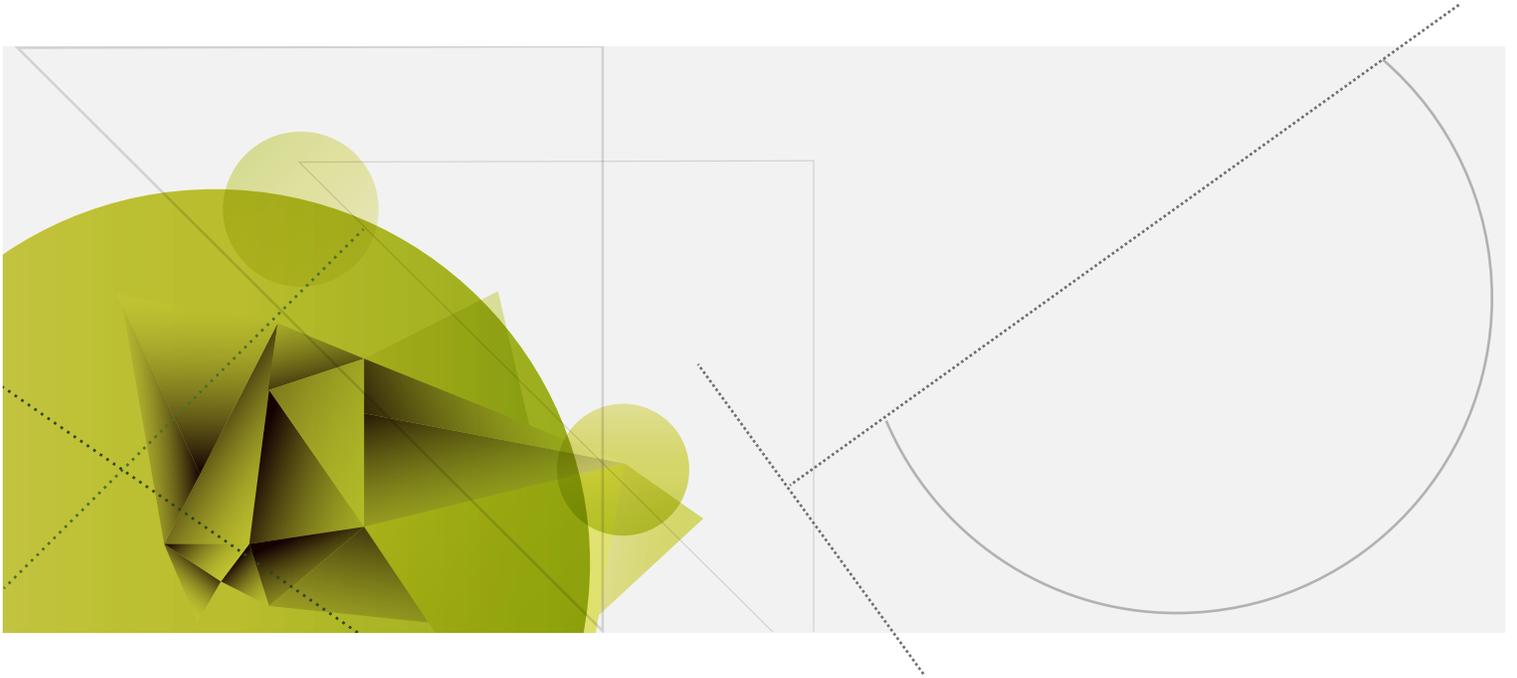
Bibliografía

- **Acevedo, J. Vázquez, Á. & Manassero, M.** (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*.
- **Bijker, E.** (1993). *Not Despair: There Is Life after Constructivism*. Science, Technology and Human Values.
- **Castillo, E.** (2003). Lo científico de la Investigación Cualitativa. Viejos Dilemas, Nuevas Posturas. *Revista Nómadas*.
- **Fleck, L.** (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Madrid: Alianza editorial.
- **Flórez, R & Tobón, A.** (2001). *Investigación educativa y pedagogía*. Colombia: Mc. Graw Hill.
- **García, E. González, J. López, J. Luján, J. Gordillo, M. Osorio, C. & Valdés, C.** (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: Una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica.
- **Gordillo, M. Arribas, R. Camacho, Á. Fernández, E. González, J. Lejarza, C. Rodríguez, M. & Suarez, J.** (2003). *Módulo 1: Ciencia, tecnología y sociedad*. Grupo ARGO.
- **Gordillo, M.** (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*.
- **Gordillo, M.** (2003). Educación, ciencia, tecnología y sociedad. *Documentos de trabajo*.
- **Hughes, T.** (1983). *Networks of power: Electrification in Western Society, 1880 – 1930*. Baltimore and London: The John Hopkins University Press.
- **Jara, P.** (1998). *Las revoluciones de la ciencia o una ciencia revolucionaria: convergencias y contrapuntos antes y después de Kuhn*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- **Kuhn, T.** (s.f.). *La estructura de las revoluciones científicas*. Santiago de Chile: F.C.E.
- **Krauser, M.** (1995). La investigación cualitativa: Un campo de posibilidades y desafíos. *Revista Temas de Educación*.
- **Lleras, E.** (2002). *Las comunidades de aprendizaje como ámbitos de construcción de mundo*.
- **Martín, M.** (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*.
- **Martínez, F.** (2000). *La concepción heredada de la ciencia y la tecnología*. Sala de lectura CTS+I. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/fmartinez.htm>
- **OEI.** (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Cuadernos de Iberoamérica.
- **Osorio, C.** (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Ibero-americana de Educación*.

Bibliografía

- **Ronderos, P & Valderrama, A.** (2003). El futuro de la Tecnología: una aproximación desde la historiografía. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación*.
- **Sierra, E.** Bijker y Pinch. Constructivismo.
- **Thomas, H.** (2011). El constructivismo social de la tecnología (I), Curso de Cambio social y cambio tecnológico, FLACSO Ecuador.
- **Vásquez, A. Acevedo, J. Manassero, M. & Acevedo. P.** (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. Argumentos de razón técnica.

Esta obra se terminó de editar en el mes de octubre
Tipografía Myriad Pro 12 puntos
Bogotá D.C.,-Colombia.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED
ILUMNO