

# LUCES Y SOMBRAS DE LA TECNOLOGÍA

## LIGHTS AND SHADOWS OF THE TECHNOLOGY

**Diana Victoria Hugo**

Universidad Nacional Del Comahue/Facultad de Ciencias de la Educación/  
[dianahugo7@hotmail.com](mailto:dianahugo7@hotmail.com);

**Mara Olavegogeoasoechea**

Universidad Nacional Del Comahue/Facultad de Ingeniería,  
[maralavego@gmail.com](mailto:maralavego@gmail.com)

**Patricia Olea**

Universidad Nacional Del Comahue/Facultad de Ciencias de la Educación/  
[olea-patri@hotmail.com](mailto:olea-patri@hotmail.com)

**Silvia Ávila**

Universidad Nacional Del Comahue/Facultad de Medicina, [silvia347@gmail.com](mailto:silvia347@gmail.com)

**Nanci Farias**

Universidad Nacional Del Comahue/Facultad de Ingeniería  
[nancimf@yahoo.com.ar](mailto:nancimf@yahoo.com.ar)

### Resumen

Esta ponencia muestra una unidad didáctica diseñada dentro del Proyecto Iberoamericano sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (EANCYT) EDU2010-16553 financiado por Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España), que busca promover en futuros profesores de ciencias y de enseñanza primaria mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. Pretende que evolucionen algunas actitudes/creencias reduccionistas detectadas en el anterior Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) respecto a las *decisiones tecnológicas* de un país. Plantea inicialmente la catástrofe de Fukushima, los cuestionamientos que surgen a las políticas energéticas globales relacionados con el uso de la energía nuclear versus energías más limpias, para focalizarse finalmente en la complejidad y diversidad de condicionantes que se ponen en juego en tales decisiones. Propone actividades que desarrollan competencias cognitivo-lingüísticas, metacognitivas, procedimientos y actitudes asociados a la sustentabilidad. Se evaluará el impacto de la unidad didáctica en distintos contextos/géneros a través de un pre y post test a aplicar a dos muestras de alumnos de 18 y 22 años divididos en grupo experimental y grupo control, usando como instrumento el cuestionario estandarizado de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS).

**Palabras clave:** Enseñanza-aprendizaje CTS-Decisiones tecnológicas.

## Abstract

This paper shows a didactic unit designed inside the Iberoamerican Project about The Nature of Science and Technology (EANCYT) financed by the National Plan of I+D of the Science and Innovation Department (Spain), which aims to stimulate in future Science teachers and primary teachers a better comprehension of the nature of Science and Technology. It pretends to improve some reductionist attitudes / beliefs detected in the previous Iberoamerican Project of attitudes assessment connected with Science, Technology and Society (PIEARCTS) with regard to technological decisions of a country. It poses initially the Fukushima catastrophe and the issues arousing to the global energetic policies with regard to the application of nuclear energy versus “cleaner” energies to finally focus on the complexity and diversity of determinants that take part in these decisions. It suggests several activities that develop cognitive -linguistic competence, metacognitive, procedures and attitudes associated to the sustainability. The impact of the didactic unit will be assessed in different contexts / gender through a pre and post test to be applied to two groups of students between 18 and 22 years old from an experimental group and from another control group, using as the instrument of investigation , the standardized questionnaire of opinions about Science, Technology and society. (COCTS)

**Key words:** Teaching-learning-CTS Technology decisions.

## Fundamentación

El uso de la tecnología no puede comprenderse aislado de ese sistema inseparable que forma con las circunstancias sociales (GRAU, 1995). Este trabajo gira, precisamente, en torno al diseño de la unidad didáctica (UD) “Luces y sombras de la Tecnología” que nos asignara el equipo director del Proyecto Iberoamericano sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (EANCYT). Surge como respuesta a algunas creencias/actitudes no deseadas que tienen los futuros profesores/profesores sobre las *decisiones tecnológicas*- como por ejemplo que no están atravesadas por las necesidades e intereses sociales- detectadas en nuestro anterior Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) (HUGO et al, 2009, 2011; PORRO et al., 2011).

Debido a que ello afecta la introducción adecuada de la Tecnología en la enseñanza de las Ciencias (ACEVEDO et al., 2002) decidimos promover a través de la UD cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales (GIL PEREZ, 1993). Tomamos como modelo las tres hipótesis de Callon, (1995) sobre las que descansa el desarrollo tecnológico: 1º) Es el resultado de un gran número de decisiones tomadas por diversos actores heterogéneos; 2º) Las opciones tecnológicas no son estrictamente técnicas sino que es indispensable alguna forma de reestructuración social; 3) Las decisiones tecnológicas producen situaciones irreversibles que resultan de la gradual desaparición de los márgenes de elección disponible.

A través de la resolución de una situación problemática los estudiantes hacen frente a distintos retos (CALLON, 1995): a) El problema de la participación de todos los actores; b) El problema de la variedad de alternativas técnicas, y c) El problema de evitar la irreversibilidad de ciertas situaciones porque se excluyen ciertas opciones tecnológicas por no haber encontrado apoyo. La UD muestra así la complejidad que encierra el control de las decisiones tecnológicas de un país democrático respecto al desarrollo o no de nuevas tecnologías, la diversidad de posturas/condicionantes de naturaleza tecnológica, política, económicas, ecológica, laboral, de los ciudadanos...) que se ponen en juego en las mismas (PEREZ et al., 1998).

Guiados por la finalidad de formar ciudadanos alfabetizados científica y tecnológicamente (GORDILLO; GONZÁLEZ, 2002) se promueven en los futuros profesores competencias como el compromiso democrático, el pensamiento crítico, flexible, amplio, autónomo, en torno a la toma de decisiones socio- tecno-científicas fundamentadas. Esta UD se vincula directamente con el tema “Energía” que atraviesa el curriculum de las disciplinas científicas, en todos los niveles de escolaridad y asignaturas como: Ciencia Naturales, Física, Fisicoquímica, Química, Biología, y Tecnología (en el caso de existir como espacio curricular independiente).

## **Objetivos**

El objetivo de este trabajo es mostrar y argumentar la UD diseñada desde perspectivas CTS: “Luces y sombras de la Tecnología” con la finalidad de promover en futuros profesores la evolución de sus actitudes/ creencias del sentido común, reduccionistas, sobre las implicancias de la toma de decisiones tecnológicas de un país democrático.

## **Metodología**

La UD plantea una serie de actividades organizadas con enfoque globalizador, secuenciadas atendiendo a distintos momentos de un ciclo de aprendizaje constructivista. Se parte de presentar uno de los problemas que parecerían ser subestimado por el profesorado (GIL PÉREZ et al, 2003), como es el deterioro de reactores nucleares japoneses debido a la catástrofe natural de Fukushima, con las consecuencias ambientales, económicas, sociales, para la salud de sus habitantes que ello trajo y traerá aparejado. Se pone en tensión tal conflicto a nivel global a partir de presentar un mapa que muestra la actual distribución geográfica de centrales nucleares en distintos países y el eventual riesgo que podrían correr las mismas.



**Figura 1** - Mapa mundial del uso de la energía nuclear.

Con la actividad 1: “*Tus ideas iniciales..*” se pretende sacar a la luz esas actitudes/valores/ creencias del sentido común, simplistas y reduccionistas que suelen tener los estudiantes respecto a las decisiones tecnológicas tan trascendentales para la humanidad como son las relacionadas con la política energética de un país: *¿Qué decisión deberían tomar los países, quienes las deberían tomar, por qué?....*

Continuando con el cuestionamiento, más fundamentado ahora, de la energía nuclear como fuente la energía, los alumnos resuelven en grupo dos actividades (1 y 2) con la intención de desarrollar, entre otros, competencias cognitivo-lingüísticas (comunicación de procesos de aprendizajes en sentido holístico; habilidad de leer críticamente noticias; argumentación). En la actividad 2: “Impacto de Fukushima sobre la política energética global” profundizan a través de la lectura de dos noticias periodísticas de diarios iberoamericanos con visiones diferentes, los *pro* y los *contras* de continuar su uso, de complementarla o suplantarla por otras fuentes alternativas más “limpias” que no generen residuos. Consideramos que esta actividad lleva a reflexionar sobre la complejidad que encierran las decisiones tecnológicas, así como también la cantidad de aspectos, condicionantes a los que atender a la hora de tomarlas.

A fin de transferir lo profundizado en la actividad anterior, se propone en la actividad 3: “Decisiones *a favor* y en *contra* del uso del combustible nuclear como fuente energética”, una situación hipotética como lo es la participación en un Foro internacional sobre políticas energéticas sustentables en el que los alumnos, asumiendo distintos roles (empresario, científico, político, ecologista, gremialista, ciudadano...), evalúan constructivamente las consecuencias del uso de la energía

nuclear y de las alternativas, mas “limpias”. Finalmente, en la actividad 4: El Foro de los “G 20” se implementa el debate entre dos grupos: los “pro” y los “contras” como forma de aprendizaje social promoviendo la comprensión, comparación, aceptación del disenso, el rescate de aspectos positivos y negativos y de valores/actitudes /conocimientos asociados a desarrollos tecnológicos más *sustentables* en cuanto a políticas energéticas.

Buscando la aplicación de lo construido al contexto en que los futuros profesores están inmersos, se les propone indagar y valorar críticamente a través de links a páginas web, la política energética actual y futura de su país a través de la actividad 5: “Decisiones energéticas de mi país” (En caso de que su país no haya desarrollado la energía nuclear debe seleccionar otro iberoamericano).

La finalidad última en la actividad 6: “Integra, supervisa y recupera aprendizajes!!”, es guiar al futuro profesor, desde el doble rol de alumno y docente, hacia la reflexión individual metacognitiva-metaflectiva para que tome conciencia de las diferencias que encuentra entre sus ideas iniciales sobre la situación problemática planteada en la actividad 1 y esas a las que arribó, finalmente, en grupo clase, más argumentadas y consensuadas; que explicita las dificultades que afrontó, las emociones que las mismas les generó así como sus posibles causas. Nos interesa, particularmente, rescatar la calidad de tales emociones así cómo la gestión que hacen de las mismas, dado su alto poder motivador, el rol vital que juegan en los procesos de aprender a enseñar las ciencias (HUGO et al., 2009, 2011, 2012). El cambio conceptual está siempre acompañado del emocional (ZEMBYLAS, 2005).

Respecto al Diseño Experimental de esta investigación EANCYT, es común para todos los profesores-investigadores que van a realizar la aplicación experimental de las unidades didácticas. Se desarrollará esta UD durante 2012 a cuatro muestras (grupo experimental y otro control) de aproximadamente 60 futuros profesores de nuestra región patagónica pertenecientes a las Carreras:

Muestra 1): Profesorado en Enseñanza Primaria de instituciones universitarias y terciarias, como son los Institutos provinciales de profesorado de 18 y 22 años.

Muestra 2): Profesorado en Física, Química, Biología, Matemática también de de instituciones universitarias y terciarias, públicas y privadas de 18 y 22 años.

Se tiene previsto aplicar un pre test previo a la intervención didáctica que demandará aprox 5 hs., y un post test luego de 3 meses, tanto al grupo experimental como al control de similares características. Se eleccionaron cinco cuestiones de las 100 del cuestionario COCTS validado por expertos, el que se viene usando desde anteriores experiencias manteniéndose así continuidad de criterios (VÁZQUEZ et al., 2006). Al respecto, los alumnos deberán valorar cada frase en su casilla correspondiente expresada en una escala de 1 a 9 según los siguientes significados:

DESACUERDO				Indeciso	ACUERDO				OTROS	
Tota l	Alt o	Medi o	Baj o		Baj o	Medi o	Alt o	Tota l	No entiendo	No sé
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

En caso que no pueda manifestar tu opinión en alguna frase escribe una de las siguientes razones:

E. No la entiendo.

S. No sé lo suficiente para valorarla.

### Cuestiones seleccionadas del COCTS

**80111.** Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una nueva medicina para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usarla depende principalmente de lo bien que funciona.

A. La decisión de usar una nueva tecnología depende principalmente de lo bien que funcione. No se usa algo si no funciona bien.

B. Depende de varias cosas, tales como su coste, su utilidad para la sociedad, y su efecto sobre el empleo.

La decisión NO depende necesariamente de lo bien que funcione:

C. sino de lo que cueste.

D. sino de lo que quiere o necesita la sociedad.

E. sino de lo que ayude al mundo y de que no tenga efectos negativos.

Las nuevas tecnologías no se usan si resultan perjudiciales.

F. sino de si el gobierno en el poder lo apoya.

G. sino de si dará beneficios a la empresa.

H. porque algunas tecnologías se ponen en práctica antes de que funcionen bien. Después, se van mejorando.

I. depende del tipo de nueva tecnología de que se trate. En unos casos dependerá de lo bien que funcione y en otros de otras cosas.

**80131-** Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una medicina nueva para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. La decisión de usar una nueva tecnología depende de que las ventajas para la sociedad compensan las desventajas.

A. La decisión de usar una nueva tecnología depende principalmente de los beneficios para la sociedad, porque si hay demasiadas desventajas, la sociedad no la aceptará y esto puede frenar su desarrollo posterior.

B. La decisión depende de algo más que sólo las ventajas o desventajas de la tecnología. Depende de lo bien que funcione, de su coste y su eficiencia.

C. Depende del punto de vista que se tenga. Lo que es una ventaja para unos puede ser una desventaja para otros.

D. Muchas tecnologías nuevas se han puesto en marcha para ganar dinero o alcanzar poder, aunque sus desventajas fueran más grandes que sus ventajas.

E. Depende del tipo de nueva tecnología que se trate. En unos casos, la decisión dependerá de las ventajas o desventajas, y en otros, dependerá de otras cosas.

**10211** Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque ésta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología PRINCIPALMENTE es:

A. muy parecida a la ciencia.

B. la aplicación de la ciencia.

C. nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, ordenadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.

D. robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas.

E. una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.

F. inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores y vehículos espaciales).

G. ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad.

H. saber cómo hacer cosas (por ejemplo, instrumentos, maquinaria, aparatos).

**10431** Los tecnólogos tienen un cuerpo propio de conocimientos en el que se basan. Pocos desarrollos tecnológicos se han obtenido directamente de descubrimientos hechos en ciencia.

A. La tecnología avanza principalmente por sus propios medios. No necesita necesariamente descubrimientos científicos.

B. La tecnología avanza confiando igualmente en ambos, los descubrimientos científicos y el cuerpo de conocimiento propio de la tecnología.

C. Ambos, científicos y tecnólogos dependen del mismo cuerpo de conocimientos, porque ciencia y tecnología son muy similares.

CADA aplicación tecnológica se basa en un descubrimiento científico:

D. porque los descubrimientos científicos siempre encuentran alguna utilidad, bien para aplicaciones tecnológicas o para otros usos científicos.

E. porque la ciencia suministra la información básica y las nuevas ideas a la tecnología.

**80121**-Cuando se desarrolla una nueva tecnología (por ejemplo, un ordenador nuevo, un reactor nuclear, un misil o una nueva medicina para curar el cáncer), puede ser puesta en práctica o no. ¿ La decisión de usar una nueva tecnología

depende de que los científicos hayan sido capaces de explicar porqué funciona ?.

La decisión de usar una nueva tecnología depende PRINCIPALMENTE de que los científicos hayan sido capaces de explicar porqué funciona:

- A. porque así se pueden saber qué problemas aparecerán.
- B. porque así la sociedad podrá decidir si usarla o no; si la utiliza, sabrá como hacerlo adecuadamente y sin miedo.
- C. porque un desarrollo tecnológico tiene que funcionar en la teoría antes de que lo haga en la práctica.

La decisión de usar una nueva tecnología NO depende de si los científicos pueden explicar porqué funciona:

- D. porque la decisión depende de lo segura que sea.
- E. porque la decisión depende de un cierto número de cosas: lo bien que funciona, su coste, su eficiencia, su utilidad para la sociedad y sus efectos sobre el empleo.
- F. porque una tecnología puede funcionar bien sin que los científicos expliquen porqué funciona.
- G. depende del tipo de nueva tecnología que se trate. En unos casos la decisión dependerá de saber como funciona y en otros dependerá de otras cosas.

La evaluación final de los futuros profesores hacia la calidad de la UD desarrollada se realizará con la aplicación final de una Entrevista guiada a algunos de ellos.

## **Resultados y conclusiones**

Destacamos la importancia lograda en cuanto a la continuidad de objetivos, criterios y metodologías de este proyecto iberoamericano EANCYT respecto al anterior PIEARCTS lo que da validez y confiabilidad a este estudio. Además, ha permitido fortalecer la red investigadores iberoamericanos, argentinos en particular e, incluso, la formación interna de los integrantes de nuestro propio equipo de investigación. El uso de las plataformas Mawida, COCTS de tal proyecto y la Pedco de nuestra Universidad Nacional del Comahue, los foros de discusión, las conferencias por Skype parecerían ser herramientas de las TICs recomendables para llevar adelante investigaciones como EANCYT de amplio alcance geográfico y cultural.

Esperamos durante este año 2012 recoger los resultados de la aplicación de la UD "Luces y sombras de la Tecnología" a las dos muestras asignadas: 1) Futuros profesores de ciencias y 2) Futuros profesores de enseñanza primaria. Los mismos serán subidos, posteriormente, a la plataforma COCTS que contendrá el repositorio de informes de evaluaciones y de entrevistas para sus posteriores análisis.



Consideramos que el impacto de los contenidos científicos escolares a abordar a través de dicha UD, así como de la metodología con que se aplicará servirá también, desde la formación inicial de profesores, para que vayan construyendo un modelo didáctico constructivista para enseñar las ciencias, con aspectos innovadores de la Didáctica de las Ciencias. La implementación de la UD cobra mayor envergadura porque las muestras son de futuros profesores, los que ejercerán una tarea multiplicadora de la misma influyendo sobre sus futuros alumnos, de allí que se la misma contenga actividades de reflexión no solo desde el rol de alumnos sino también docente.

Por otro lado, la vivencia de la metodología de investigación EANCYT (pre /post test, entrevistas, grupos control/experimental...) servirá para mostrar algunos procesos propios de este tipo de estudios, los que también consideramos útil para la formación de los futuros profesores involucrados desde el modelo didáctico del profesor–investigador que defendemos.

Los resultados a lograr con esta unidad servirán para articular en cada país, propuestas para mejorar la formación de profesores en universidades e institutos de formación de nivel terciario tanto en aspectos científicos, tecnológicos, como metodológicos. Esperamos que ello redunde, finalmente, en aumentar el gusto de los ciudadanos por la ciencia y la tecnología y como tal, en un aumento de la matrícula de alumnos que seguirán carreras relacionadas con estas.

## Referências

ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A.; VÁSQUEZ, A. Nuevos retos educativos. Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. **Pensamiento educativo**, v.30, p.15-34, 2002.

CALLON, M. Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Briec. En Iranzo, J.M. et al.(comp). **Sociología de la ciencia y tecnología**. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1995.

GIL PEREZ, D. Contribuciones de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza -aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v.2, p.197-210, 1993.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A.; EDWARDS, M.; PRAIA, J.; MARQUES, L.; OLIVEIRA, T. A proposal to enrich teachers' perception of the state of the world. First results. **Environmental Education Research**, v.9, n.1, p. 67-90, 2003.

GORDILLO, M.; GONZÁLEZ J. C. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.28, Disponible en: <http://www.rieoei.org/rie28f.htm>. Acceso el 15-03-2011

GRAU, J. E. **Tecnología y educación**. Buenos Aires: FUNDEC, 1995.

HUGO, D.; SANMARTÍ, N.; ADURIZ, A. Las emociones de quienes aprenden a enseñar ciencias: un desafío para la investigación en Didáctica de las Ciencias.

Simposio: Afectividad 1. "VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias". **Enseñanza de las Ciencias**. número extra, p.3404-3408, 2009a.

---

Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona España, 2012. (En prensa)

HUGO, D.; ÁVILA, S.; FARIAS, N.; OLEA P. Algunas conclusiones respecto a actitudes de profesores en formación como aporte al proyecto iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS). **REQ XV**. Buenos Aires, 2011.

HUGO, D.V; AVILA, S. ; DANIELE, E.Aporte regional al Proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). **V Congreso Nacional y III Internacional de Investigación Educativa**. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional del Comahue. Cipolletti, Río Negro, 2009b

PEREZ, L.; BERLATZKY, M.; CWI, M. **Tecnología y educación tecnológica: Propuesta para la actividad docente**. Buenos Aires: Kapelusz, 1998

PORRO, S.; ARANGO, C., HUGO, D.; MORALEJO, R. **Iberian-American students' and teachers's perceptions about gender effects in science**.ESERA. Lyon-Francia, 2011

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.; ACEVEDO, J. Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. **Tarbiya**, n. 37, p.31-66, 2006.

ZEMBYLAS, M. Three Perspectives of Linking the Cognitive and the Emotional: Conceptual Change, Socio-Constructivism and Poststructuralism. **Annual meeting of the American Educational Research Association**. Montreal: Canada, 2005.