

## La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal

### Un debate para la formación ciudadana

M. Gabriela Lorenzo \*

Andrea S. Farré

Universidad de Buenos Aires

---



#### Enseñando ciencias naturales para la ciudadanía<sup>i</sup>

Todos sabemos que la ciencia<sup>ii</sup> es sólo para algunos, porque es muy difícil, porque no se entiende nada, porque, en definitiva, no tiene nada que ver con nuestras vidas cotidianas. En más de una ocasión, nuestros alumnos nos han interpelado: ¡Profe! ¿Para qué me sirve estudiar química, si yo voy a ser... abogado, arquitecta, publicista...? Hasta los padres y las madres, y no faltarán también algunos docentes que crean que no vale la pena enseñar química, o física para todos porque, seamos francos, son materias difíciles que sólo le sirven a aquellos que van a estudiar algo con química o con física.

Esta imagen de la ciencia como algo superior al común de los mundanos, se ve reforzada por los medios de comunicación, cuando por ejemplo un elegante señor de bata blanca y profunda sonrisa nos asegura que éste es el mejor jabón porque está “científicamente

---

\*mgabilorenzo@hotmail.com

*comprobado*”. Tal vez, esta imagen pública de la ciencia hunda sus raíces en aquellos que se atrevieron a comer del fruto del conocimiento, y que para evitar ser perseguidos y castigados acudieron a herméticos sistemas simbólicos para protegerse (Asimov, 1975). Sospechamos que los iniciados de hoy día conservan cierto espíritu de grupo con aquellos y sienten todavía ese privilegio de la pertenencia. Sin embargo, mucha agua ha corrido por el río del conocimiento científico. Nadie duda en nuestros días de la importancia de la ciencia y cómo no, también de la tecnología, que tantos beneficios han aportado a nuestras vidas generando medicamentos, nuevos materiales, Internet, telefonía móvil, por incluir algunos ejemplos. Aunque, como ya hemos dicho, pareciera que no todos estamos preparados para beber de este río. El imaginario social crea un problema tan profundo que también los profesores asumen esta posición a la hora de enseñar ciencia.

¿Aceptaremos calladamente estas ideas? ¿Es o no es necesario que se enseñe y se aprenda ciencias en la escuela? ¿Cuál sería el fin de enseñar y aprender ciencia y tecnología en la escuela? ¿Quiénes tendrían que estudiar ciencia?

Ya pasó el tiempo en que la escuela secundaria tenía un fin sólo propedéutico en el que la ciencia que se enseñaba servía fundamentalmente para ir a la universidad. La escuela secundaria de nuestro tiempo responde a nuevos modelos de concebir a la sociedad, es una escuela inclusiva, que no debe distinguir entre clases sociales, etnias, religiones, capacidades individuales... una escuela que intenta formar ciudadanos, hombres y mujeres que conozcan y comprendan el entramado de la ciencia para poder tomar decisiones en el mundo donde viven de manera informada y crítica, siendo respetuosos del ambiente y de sí mismos. De todas las aristas que éste modelo educativo tiene, en cuanto a este capítulo respecta, nos proponemos revisar cómo contribuyen la ciencia y la tecnología en la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados.

Antes de seguir avanzando, queremos dejar en claro, que la ciencia, como cualquier otra forma de conocimiento humano puede ser aprendida por todos aquellos que tengan intención de hacerlo. Parafraseando al Chef Gusteau de la película *Ratatouille*, cualquiera puede aprender ciencia”. ¿Cómo podemos hacer entonces para incentivar, motivar, despertar el interés de nuestros jóvenes? ¿Cómo mostrar una imagen de ciencia y de la tecnología que se vincule a nuestra vida diaria, como algo cercano a cada uno de nosotros? Y así es que llegamos, a esta famosa familia de Springfield, que si de algo han sido capaces es de haber captado la atención de generaciones durante veinticinco años. En su prolongada existencia, los diversos capítulos han visitado innumerables problemas y situaciones de la más diversa índole. La serie presenta los temas en una trama de humor e ironía incluyendo una gran variedad y cantidad de contenidos. Para el televidente aficionado ofrece un divertido entretenimiento, pero en cambio, para un docente perspicaz es una fuente inagotable de recursos para repensar sus prácticas de enseñanza y ofrecer alternativas que le permitan capturar la atención y el interés de sus estudiantes. Desde este enfoque, vamos a relatar aquí una experiencia con un grupo de profesores que permite mostrar los valores de la ciencia y la tecnología puestos en juego en un episodio de *Los Simpson* y nos llevan a reflexionar y debatir sobre las virtudes y defectos, sobre el bien y el mal que encierran la ciencia y la tecnología atendiendo a nuestra realidad cotidiana.

## El rol de la ciencia y de la tecnología en la sociedad de la información

En el marco del Programa Ciencia Entre Todos consideramos la articulación entre los diferentes niveles y actores del sistema educativo a través del modelo de integración multinivel (Lorenzo, 2008). Así, trabajando de manera conjunta la universidad, la escuela, y los formadores de formadores intentamos generar acciones concretas para el desarrollo de nuevas prácticas pedagógicas que consideren por ejemplo la incorporación de las tecnologías (TICs), nuevas secuencias didácticas, teniendo en cuenta los contenidos de la ciencia y también, los menos explorados contenidos *sobre* la ciencia.

Queda claro entonces que la ciencia y la tecnología desempeñan un rol fundamental en la formación de aquellos individuos que serán parte activa de estos campos (investigadores, científicos, ingenieros, biotecnólogos) que serán los menos, pero más aún, en aquellos otros que, dedicados a otras actividades laborales, profesionales y personales son usuarios, consumidores, y quizás también hasta víctimas, de la ciencia y la tecnología. De allí la importancia que estas asignaturas tienen en el currículum escolar, no como herramientas funcionales a la memoria, sino como tópicos cruciales que permitan desarrollar competencias y habilidades de pensamiento, de resolución de problemas, de indagación, de búsqueda y organización de la información, por mencionar sólo algunos.

La experiencia que expondremos a continuación tuvo lugar en un curso de actualización para profesores y profesoras del campo de las ciencias naturales que se desempeñaban en los niveles medio y superior, denominado *Laboratorio de Ciencias, Tecnología y Sociedad*. El curso ofreció un espacio para discernir entre demandas y necesidades que permitieran diseñar de manera consensuada, actividades para el aula tendientes al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales, la alfabetización científica, la inclusión social con equidad. En este escenario, entre las diferentes actividades realizadas, planteamos lo que podemos denominar una unidad didáctica en cascada. Es decir, entendemos a la *unidad didáctica en cascada* (UDEC) como una experiencia de aprendizaje vivencial que llevan adelante los y las docentes durante su propia capacitación y actualización, que incluye los dispositivos para su contextualización y permite, por tanto, su transferencia y aplicación cuasi inmediata en la propia aula con sus alumnos y alumnas.

Respondiendo a estos parámetros, la unidad didáctica *Taller de Cine y Debate: Naturaleza de las ciencias y su relación con la Tecnología y la Sociedad. Los Simpson como eje para la enseñanza de las ciencias naturales*, nos permitió trabajar a partir de la inclusión de un video en la clase, todos contenidos de ciencia relacionados al petróleo y sus derivados, las competencias argumentativas, y el trabajo en grupo entre otros aspectos de una manera integral de forma amena y a la vez, inquisidora, desde un enfoque CTS.

La sigla CTS corresponde a las iniciales de las palabras Ciencia, Tecnología y Sociedad. Este concepto, aunque ya había sido abordado desde la sociología en la Europa de entre guerras (Vaccarezza, 2011), se lo reconoce como un movimiento surgido en los Estados Unidos durante los años sesenta del siglo pasado, con una presencia importante en la escuela secundaria durante los años ochenta (Membriela, 1997). El movimiento CTS tiene una repercusión cada vez mayor repercusión en Latinoamérica. En 1997, Membriela decía en forma sintética que los estudios sociales sobre la ciencia y la tecnología, o simplemente, el enfoque CTS

*promueve la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos para que puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología.* (op. cit., p. 51).

A la sigla CTS se le han ido agregando otras letras queriendo significar ciertas problemáticas específicas sobre el cuál prestaba particular atención; por ejemplo, A por ambiente, I por innovación, G por género. No obstante, desde nuestra perspectiva, en el concepto mismo del movimiento CTS están incluidas todas las cuestiones vinculadas con la alimentación, la salud, el clima, la energía, la contaminación, los recursos naturales, los medios de comunicación en lo que refiere a las letras C y T. Pero también pueden considerarse parte sustantiva de este movimiento, los aspectos de la filosofía y sociología de la ciencia, y las políticas públicas vinculadas a la educación y a la regulación democrática del cambio científico-tecnológico, representadas por la letra S. Por lo tanto, CTS es un área de estudios muy amplia que incluye a su vez diversos subconjuntos. También suele encontrarse asociado al concepto de *sostenibilidad* (o *sustentabilidad*) que intenta hacer frente a la emergencia planetaria considerando los aportes de la ciencia y la tecnología (Vilches y Gil Pérez, 2013).

La Organización de los Estados Iberoamericanos (<http://www.oei.es/cts.htm>) define hoy al movimiento CTS como un campo de trabajo bien consolidado institucionalmente en universidades, centros educativos y administraciones públicas de numerosos países industrializados que requiere de un enfoque de índole interdisciplinar, concurriendo en él disciplinas de las ciencias sociales, la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico, en el que se destacan sus objetivos sociales:

- Cambiar la imagen académica de la ciencia mostrándola como una actividad humana que forma parte de la cultura promoviendo la alfabetización científica.
- Estimular la vocación científica de los jóvenes para el estudio de la ciencia y de la tecnología, a través de una renovación en la educación de las ciencias y la alfabetización científica de la ciudadanía.
- Favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental.
- Promover el respeto del otro en todo sentido, en cuestiones de discriminación entre seres humanos, o aspectos que involucren al medio ambiente y sus recursos naturales.

En la región iberoamericana, el desarrollo de los estudios CTS es todavía muy reciente con escasa proyección social y educativa. Consecuentemente resulta difícil implementar innovaciones en el plano educativo desde este enfoque y llegado el caso, no es suficiente ni apropiado replicar las experiencias y modelos de otras latitudes dado que para ser transferidas requieren ser contextualizadas de modo de ser ajustadas a nuestros escenarios particulares.

Teniendo en mente estos complejos conceptos y propósitos, diseñamos y desarrollamos una unidad didáctica con una mirada holística y multidimensional. De manera concisa, luego de proyectar el capítulo de Los Simpson, se trabajó en pequeños grupos y en plenario, promoviendo el debate por parte de los asistentes atendiendo a diferentes posicionamientos teóricos, políticos, filosóficos, económicos imbricados con los conocimientos técnicos y científicos, apelando al modelo argumentativo de Toulmin para sustentar las posiciones durante el debate; es decir, se planteó un debate sobre un análisis detallado de datos, hechos y teorías y no a partir de meras creencias u opiniones personales, que si bien son respetables,

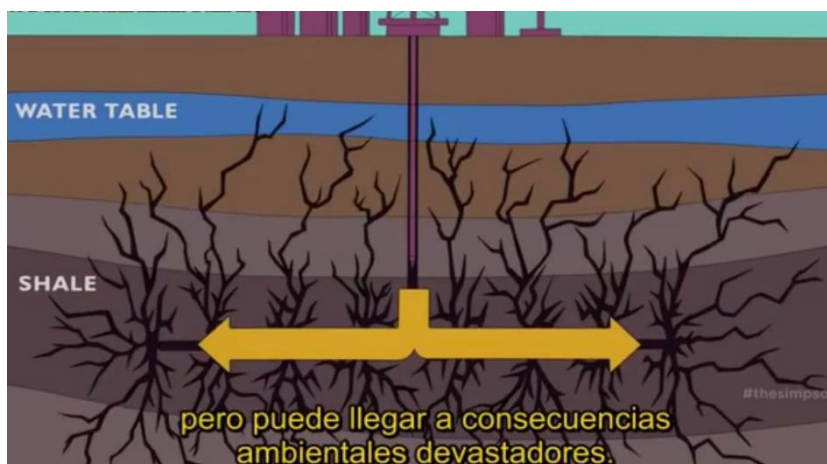
carecen del rigor suficiente para sostener cualquier posición. En definitiva, el propósito del debate era poner en juego los conocimientos y las reflexiones que permitieran cuestionar los valores que están implícitos en las distintas actividades humanas relacionadas con la ciencia y la tecnología de modo de comprender su incidencia en la vida diaria.

Entre las preguntas para surgidas durante el debate se plantearon algunas como las siguientes: ¿Qué diferencias hay entre ciencia y tecnología? ¿Qué fue primero, la ciencia o la tecnología? ¿La ciencia es peligrosa? ¿Cómo saber si una tecnología es buena o al menos mejor que otra? ¿Cuál es la relación de las personas con la ciencia y la tecnología? ¿Qué tiene que ver la política con la ciencia y la tecnología?

### Ayudadas por Los Simpson

De los diferentes capítulos de Los Simpson hemos elegido el episodio 557 de la temporada 26 (2014) llamado “Fracking” en su versión original y en la versión hispanoamericana “Opuestos al Frack”. Obviamente, la selección del episodio radica en la estrecha relación de su línea argumental con los contenidos de las ciencias naturales, especialmente de química y de ciencias de la salud.

El nudo de este episodio hace referencia al impacto que tiene en la ciudad de Springfield y sus habitantes la instalación de una empresa que emplea el *fracking* como técnica para extraer petróleo y gas. Para empezar, podemos preguntarnos ¿qué es el *fracking*? Aunque en castellano se utiliza este término en su original inglés, la traducción en español sería “fractura hidráulica”. Muy sucintamente, es un método alternativo a los pozos petroleros, que utiliza grandes cantidades de agua que son inyectadas a alta presión en pozos verticales y permiten la extracción de petróleo no convencional denominado *shale oil* y gas natural. Como todo sistema tecnológico, presenta sus ventajas y desventajas, y tiene, por tanto, sus defensores y detractores. Esto por sí mismo, ya permitiría trabajar una variedad de temas desde distintas disciplinas, por ejemplo: ¿qué es el petróleo? ¿Cuál es su composición? (química); hidrodinámica, fluidos, presión (física); composición de los suelos (si bien es un tema de geología suele estar incluido en los temas de geografía), yacimientos petrolíferos (geografía económica), por mencionar algunos. Estos conceptos son explicados convenientemente al comienzo del episodio.



Este es un tema que está profundamente conectado con la problemática de nuestro país y que por tanto permite contextualizar los contenidos en un escenario conocible. Precisamente, la formación de Vaca Muerta de la Cuenca Neuquina corresponde a un yacimiento no convencional para la extracción de shale. En la página de YPF puede encontrarse más información al respecto (<http://www.ypf.com/EnergiaYPF/Paginas/vaca-muerta.html>).

Como vemos, un primer aspecto sobre el que podemos tomar conciencia a partir de este capítulo, es que lo que pasa en Springfield, no se queda en Springfield; también pasa o podría pasar en Argentina. De este modo se nos presentan situaciones que nos llevan a reflexionar sobre la existencia de problemáticas comunes a diferentes países y comunidades. Nos muestra la transversalidad y los ejes que permitirían abordar cuestiones aún más serias vinculadas al petróleo, como los intereses económicos y las guerras. En esta línea, podríamos analizar con una mirada global los distintos puntos de vista y las estrategias que hayan ido tomando en diferentes territorios y las consecuencias que han tenido o que presumiblemente tendrán. En definitiva, pondríamos en práctica una estrategia metodológica típica de la actividad científica, la cual consiste en construir y fundamentar un marco teórico a partir de lo que ya se sabe sobre un determinado tema, así como el planteo de hipótesis en aquellos puntos que quedan por resolver.

Un segundo aspecto que se hace evidente en el capítulo es la forma en que se concibe la naturaleza de la ciencia (Acevedo, Vázquez, Martín, Oliva, Acevedo, Paixão, y Manassero, 2005) estrechamente vinculado a lo que comentábamos al principio sobre el imaginario social de la ciencia.

El episodio nos muestra diferentes posturas y puntos de vista en relación con la explotación del shale oil en la ciudad. Pero es particularmente demoledor con quien representa al conocimiento científico, personalizado por el Profesor Frink, quien advierte sobre los problemas de contaminación empleando un discurso tedioso y plagado de fórmulas químicas inaccesibles para la mayoría de los pobladores de Springfield durante el debate público que sostiene con Homero. El Profesor Frink, desgarrado y con lentes, con su bata blanca, no puede competir con la codicia de los habitantes que prefieren aceptar ciegamente el dinero rápido ofrecido por la empresa.





Tal vez, no tan ciegamente, dado que Homero es el encargado de promocionar el fracking, que más allá del rinde económico inmediato ofrece independencia energética liberándose de las potencias extranjeras del medio oriente en los cuales reside mayormente el enemigo de esta época, la generación de nuevos puestos de trabajo, y el bajo nivel de contaminación de esta metodología comparada con la metodología tradicional para la extracción de petróleo o la energía nuclear, principal fuente de trabajo de Springfield. Quizá hasta podría llamarnos la atención, que en ninguna parte del capítulo se mencionen otras formas de obtener energía limpia, como las energías solar y eólica, o tal vez, no.

Extendiendo el debate, pueden agregarse las relaciones entre la ciencia y la tecnología (fracking), la política (la congresista Lombard) y el poder económico (Sr. Burns) que se hacen patentes en el episodio, donde literalmente se muestran las “relaciones íntimas” entre estos diferentes poderes, aunque ello no implique necesariamente acuerdos en otros aspectos ni mucho menos en acuerdos a largo plazo.

Estas escenas planteadas de un modo caricaturesco y divertido encierran un no tan evidente entramado de relaciones, muchas veces ocultas o invisibilizadas, que hacen posible la discusión sobre aquellas preguntas que enunciábamos anteriormente y que devienen de la naturaleza “*eminente humana*” de las ciencias. Surgen nuevas cuestiones como, por ejemplo: ¿Tienen que ser los ciudadanos los que decidan sobre asuntos referentes a la ciencia y la tecnología? ¿Están los representantes del pueblo lo suficientemente formados y preparados para resolver este tipo de cuestiones? ¿Vale anteponer los intereses económicos por sobre otros intereses como el cuidado del ambiente, por ejemplo? Y en esta misma línea, ¿cómo afectarán a las generaciones del mañana las decisiones sobre ciencia y tecnología que tomemos hoy?

A nuestro modo de ver, estas preguntas que surgen de una mirada atenta e inquisidora sobre un programa de televisión, que está al alcance de todos, es un primer gran paso para comenzar a tomar conciencia sobre temas relevantes que nos afectan como especie humana. A lo largo del episodio se interpelan ideas más universales que enfrentan a los intereses individuales con los intereses sociales y ponen en jaque la dicotomía entre lo bueno y lo malo. Es cuando finalmente Homero entiende lo que Marge quería decirle cuando se oponía a autorizar el fracking porque el agua de la canilla de su casa estaba en llamas. La conclusión de Homero es lapidaria: *el fracking es genial, siempre que lo hagan en otro vecindario...*



Y en cuanto a la experiencia pedagógica, vivir la experiencia como observador crítico del episodio, y como orador perspicaz en el debate, nos permite trasladar estos aprendizajes casi de manera involuntaria, a nuevas y diversas situaciones. Ya nuestros ojos y oídos no serán los mismos y nuestras palabras estarán filtradas por los lienzos de la reflexión. Habrá quedado en nuestra memoria de largo plazo la máxima que nos advierte que *lo que algo tiene de bueno, también lo tiene de malo*, y que, por tanto, como nos enseña rudamente la farmacología, la diferencia entre un medicamento y un veneno, es claramente, la dosis.

Este episodio de Los Simpson nos enfrenta a los instintos más bajos, pero también los más sublimes de la naturaleza humana, siempre nos queda Marge que con su sabiduría tranquila y su amor logra llevar el equilibrio a la zona de desastre. Y si, además, nos da la oportunidad de aprender algo de ciencia, mucho mejor.

---

**Resumen:**

Una empresa está empleando la tecnología del fracking para extraer petróleo y gas bajo el suelo de Springfield. Lisa Simpson advierte la situación y se abre una polémica respecto de cómo tomar decisiones y formar éticamente a una comunidad. El episodio, que integra la temporada de 2014, muestra la actualidad de la serie e introduce uno de los grandes temas de nuestro tiempo: la educación más allá de las aulas de la escuela.

**Abstract:**

A company is using fracking to extract oil and gas in Springfield. Lisa Simpson exposes the practice, and a controversial discussion ensues regarding the process of making decisions and teaching ethics to a community. The episode, from the 2014 season, demonstrate show up-to-date the series is and introduces one of the great issues of our time: education outside of the classroom.

---

<sup>i</sup> Gabriela Lorenzo y Andrea Farré son miembros del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC). Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Gabriela Lorenzo es también investigadora en CONICET. Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC). Facultad de Farmacia y Bioquímica. Este trabajo fue realizado en el marco de los siguientes subsidios UBACYT N° 20020130100073BA. (2014-2017), PIP N° 11220130100609CO (2014-2016) y UBANEX 7ma 2014.

<sup>ii</sup> En este capítulo, cuando hablamos de ciencia, nos referimos a las ciencias naturales, a por ejemplo, la química, la física y la biología. No debe interpretarse en desmedro de las ciencias sociales ni de otras, responde más bien, a una cuestión de hábito y costumbre compartida socialmente.