



ARTÍCULO | ARTIGO

Fermentario V. 14, N° 1 (2020)

ISSN 1688 6151

Instituto de Educación, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación,  
Universidad de la República. [www.fhuce.edu.uy](http://www.fhuce.edu.uy)

Faculdade de Educação, UNICAMP. [www.fe.unicamp.br](http://www.fe.unicamp.br)

Hacia una educación científica y tecnológica para el desarrollo  
de una sociedad laica y plural

*A scientific and technological education for a democratic and  
secular society*

*Laura Gatti<sup>1</sup>*

**DOI:** <https://doi.org/10.47965/fermen.14.1.8>

**Recibido:** 23/02/2020

**Aceptado:** 18/05/2020

## Resumen

Este trabajo propone como tesis central que la educación en ciencia y tecnología promueve la construcción de una sociedad laica. Esta tesis a priori parece un lugar común y poco conflictivo, tanto por el surgimiento y desarrollo conjunto del positivismo y la laicidad, como por el rol preponderante que parece dársele a la formación en ciencia y tecnología en los discursos políticos sobre planes educativos. Lo que se pondrá en discusión será el tipo de educación científica que puede aportar a

<sup>1</sup> Ingeniera en telecomunicaciones. Master en investigación en ingeniería en el área de computación, candidata a doctora de ingeniería por la Universidad Politécnica de Madrid. [laura.n.gatti@gmail.com](mailto:laura.n.gatti@gmail.com)

crear sentido sobre la laicidad. Se argumentará que una formación dogmática de la ciencia u orientada únicamente a la aplicación tecnológica no cumple, lo que debería ser el rol fundamental de cualquier formación en una sociedad democrática, la de crear sujetos críticos y tolerantes. La ciencia y tecnología debe ser tratada y estudiada en su contexto social amplió para que así libere en el individuo todo el potencial creativo y emancipador que tuvo y tiene en la construcción de la laicidad. Solamente si se entiende a la ciencia y tecnología siendo producto y productor de su contexto puede defenderse como una parte irreductible de los saberes que una sociedad democrática debe transmitir de una generación a otra.

*Palabras clave:* educación científica, educación tecnológica, laicidad

### **Abstract**

The goal of this paper is to show how science education encourages the building of a secularity society. In a first look this objective seems obvious and a common place, both science and secularism have the same roots and played a complementary role in the historic development. The main point here will be that not every kind of science education leads to the objective of a better concept of secularity. A dogmatic point of view of science, or focused on tech only, does not fulfill the principal expectation of any type of education in a democratic society, contribute to have more critics and tolerant citizens.

Science and tech must be studied and discussed in a plural social context, this is the only way in which they can reach all their creativity power and emancipator effect that can contribute to the understanding of secularism. Only if the science and tech are taken in their truly social core, as actors and as products of history, it can be defended the major role that they have in the transmission of knowledge between generations.

*Keywords:* scientific education, technology education, secularism

### **Democracia y laicidad, necesidad de crear sujetos libres pensantes**

Como se ha discutido el concepto de laicidad ha tomado, y aún lo hace, distintas connotaciones y alcances. En este ensayo abordaremos el sentido de la laicidad en la dirección que lo hace Reina Reyes en *El derecho a la educación y el derecho a educar* (Reyes, 1963). En este texto, se plantea que “la laicidad es la proyección de la libertad de pensamiento en relaciones sociales de igualdad”

(Reyes, 1963, p. 53) Vista así, la laicidad está más cercana a la definición de laicidad republicana definida por Taylor y se aleja de las connotaciones anticlericales que ha portado históricamente. La laicidad —afirma Reyes— es una función social, soporte de cualquier sociedad democrática. Sin embargo, esta función social está sustentada por capacidades que son logradas individuamente como el pensamiento reflexivo y «un sentimiento de igualdad que genere respeto a los otros» (Reyes, 1963, p. 56). Ambas capacidades no son innatas a los humanos, sino que es mediante la educación que estas deben ser inculcadas y ensayadas por los jóvenes.

La educación laica, constructora de sociedades democráticas, debe buscar la conjugación de estas dos capacidades, y, por tanto, debe estar basada en el respeto a los diferentes puntos de vista y posiciones que han confluído históricamente. Es decir, debe respetar y festejar la diferencia para apartarse de cualquier dogmatismo y estimular la libertad de pensamiento individual, al mismo tiempo que reforzar el respeto por la libertad ajena.

Compartiendo con la autora que la educación es un proceso relacional, donde sin duda la formación intelectual juega un rol preponderante en esa construcción individual de libertad/autonomía, este no es el único factor determinante. Encausar las emociones, como la angustia, la frustración y la ansiedad ante lo otro —o el otro— forma parte integral de cualquier proceso educativo laico, que fomente el respeto y la capacidad reflexiva plena. Es en este sentido que propondremos a la educación en ciencia y tecnología como un buen modelo para practicar estos valores.

### **Visiones *mainstream* de la formación en ciencia y tecnología y las críticas que recibe**

El problema de la proposición anterior es su ubicuidad en múltiples discursos.<sup>2</sup> No parece que su defensa sea necesaria ya que no hay voces desde los entes de poder que se opongan a la educación en ciencia y tecnología. Las razones de este aparente consenso son varias, pero se pueden identificar dos principales. La primera principalmente referida a la tecnología, es la urgencia de contar con un corpus amplió de personas que pueda hacer frente a los constantes cambios tecnológicos que permitan a los estados no rezagarse en los procesos productivos, ni volverse un mero consumidor de procesos tecnológicos importados. Incluso en países pequeños como el nuestro que no se destaca por su producción tecnológica de punta, es necesario contar con personal que sea capaz de identificar y adaptar los procesos tecnológicos que sean factibles y óptimos para los fines deseados, y que, por otra parte, sean capaces de asesorar respecto a su reglamentación y alcances.

---

<sup>2</sup> El nuevo presidente hace hincapié en el discurso de asunción de mando de la importancia de la formación en tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

La segunda razón, más abstracta que la primera, es la percepción del carácter aséptico de la ciencia respecto a órdenes de corte religioso o político. En tal sentido queda por fuera del ámbito al que aplica la discusión acerca de la laicidad, y de alguna manera se establece como un parámetro de verdad que no es necesario poner en un contexto ideológico o de fe.

Desde otros ámbitos académicos estas dos razones han sido fuertemente correlacionadas y criticadas. Por la importancia en el orden económico que tiene el desarrollo tecnológico, este no puede quedar por fuera del ámbito de lo político, y por tanto, la percepción de la ciencia y la tecnología como algo apolítico no es más que una justificación ideológica de la construcción de un determinado sistema socioeconómico en general asociado al capitalismo. Las consecuencias sociales y medio ambientales de la tecnología, muchas veces vista como su subproducto conflictivo de la ciencia, han fomentado cada vez desde más ámbitos una visión crítica a esta.

Uno de los más reconocidos autores en conflictivizar el tema ha sido Paul Feyerabend. En el texto «Como defender a la sociedad contra la ciencia» (Feyerabend, 2001) denuncia justamente la base ideológica que hay de tras de la supuesta neutralidad de esta. Sin negar el rol central que ocupó la ciencia en el proceso de la conformación de un estado laico, afirma que al volverse un elemento central del poder estatal la ciencia ha tomado el rol que antaño ocupaba la religión. Según él

Los «hechos» científicos son enseñados en una edad muy temprana en la misma forma en que los ‘hechos’ religiosos lo eran solo hace un siglo. No se hace ningún intento de despertar capacidades críticas del estudiante de modo que pueda ver las cosas en perspectiva (Feyerabend, 2001, p. 2).

En cuanto a su enseñanza que «parece difícil y profunda solo por causa de una campaña sistemática de confusión llevada a cabo por muchos científicos...» (Feyerabend, 2001, p. 8). Por difícil (o por parecerlo) se hace inaccesible, por tanto, dogmática al público no especializado.

Según el autor, la ciencia pretende obtener su estatus de verdad por dos caminos, o por la existencia y validez de su método, o por la capacidad de predecir fenómenos a raíz de los enunciados que ella determina. En *Contra el método* (Feyerabend, 2003) mediante una larguísima discusión histórica pone en duda que tal método haya efectivamente existido en la práctica científica, habiéndose válido en cambio de un conjunto tan amplio de inspiraciones y metodologías que la única conclusión posibles es su famosa expresión «todo vale». Por tanto, el método como tal no puede ser usado para justificar el lugar privilegiado que tienen en los ámbitos educativos. Respecto a su carácter predictivo, Feyerabend afirma que esta es una característica que es compartida por muchas otras formas de saberes, y que eso no lo confiere un lugar especial entre ellos.

### **Neutral no, pero tampoco pragmática o dogmatizante**

Frente a esta crítica que es inalienable a la realidad, nuestro argumento es que la formación científica así descrita es una mala formación científica. Es tal vez una de las causas primeras de muchos de los usos abusivos que se hace de la tecnología y de su monopolización por parte de élites. A su vez, está visión de la ciencia como una verdad incuestionable, sin duda funcionó históricamente como el motor para teñir de científicismo a teorías que solo justificaban fines morales o políticos. Basta recordar la construcción de taxonomías raciales basadas en supuestos datos antropométricos para justificar la superioridad de la supuesta raza caucásica y así a esclavitud. Es por eso que una buena educación en ciencia y tecnología siempre debe estar orientada a la puesta en duda como principio metodológico.

Una formación científica como la que sugiere Feyerabend, únicamente orientada a fines es poco respetuosa con el propio devenir de la ciencia y de la tecnología. Es negarle sus principales virtudes y vaciarle de su máximo contenido. Lo principal del conocimiento científico no son las leyes o inventos tecnológicos a los que se llegó y sus aplicaciones (como las predicciones de las que habla Feyerabend), sino más bien, como es que se llegaron a establecer, cuáles fueron las coyunturas sociales que hicieron posible el visibilizar y explicitar esas leyes o aparatos, y a su vez, que nuevos horizontes se pudieron vislumbrar gracias a ellos. En definitiva, lo que es realmente importante son las reglas que mediaron en el diálogo entre científicos, entre ellos y la sociedad, y entre todos ellos y los fenómenos mismos que dieron lugar a la ciencia y a tecnología.

Todos los que somos miopes no podemos menos que estar agradecidos a la aparición tecnológica llamada «lentes». Es fácil que en la educación media, cuando se nos enseñan las leyes básicas que rigen la óptica, caigamos en la tentación de aceptar sin más que las cosas son así como nos la dicen, que los rayos de luz al atravesar distintos materiales se refractan con distintos ángulos, y eso hace que en definitiva los lentes funcionen. Lo que se está soslayando allí, es que las leyes de la óptica implican una ontología de la luz, se está asumiendo que la luz como tal existe y que se comporta como ondas (rayos). Esta concepción de la luz no fue ni es la única que existe. La discusión de si onda o corpúsculo ha atravesado (al menos) a toda la modernidad y lo que es de real importancia no es cuál es la verdadera, si no las posibilidades que brinda cada una para entender y manipular un mismo fenómeno.

Cabe destacar que cuando nos referimos a formación científica o tecnológica nos referimos hasta niveles medios de formación, a los que en una sociedad democrática todos deberíamos acceder. No hacemos referencia a conocimientos de frontera, en donde estas discusiones están teniendo lugar y no se tiene aún una perspectiva histórica de esta. Por lo cual enseñar dogmáticamente la ciencia y la

tecnología es desconocer su carácter profundamente histórico. Por otro lado, al haber sido producto de diálogos entre humanos, construido en sí mismo con un fin comunicativo es complicado de creer que si hay una real vocación por hacerlo esta no sea accesible a todos.

### **Lo esencial de la educación científica y tecnológica para una sociedad laica**

Encontramos dos razones principales de porque es importante la formación en ciencia y tecnología en la construcción de una sociedad laica, una histórica, y una práctica. Ambas dos estarán entrelazadas y tal vez la separación es un tanto arbitraria.

El origen del estado laico está íntimamente relacionado con el desarrollo de la ciencia moderna en el Renacimiento. Lo que ocurrió realmente de novedoso en el renacimiento fue el auge del empirismo como método para explicar el mundo. La luna bajo un telescopio dejó de ser una esfera perfecta para ser de una vez y para siempre un objeto con cráteres y asimetrías. El cambio mental que en esta época se desarrolló no fue producto de la ciencia abstracta pura, sino también del desarrollo de tecnología específica que permitiera contrastar estas hipótesis. La ilustración, el siglo de las luces, fue sin duda un tiempo de nueva confianza en sí mismo para el hombre. Confianza que devino en una idea de dignidad para sí mismo y para los otros que permitió la construcción de estados democráticos como el que hoy defendemos.

En el actual contexto regional e incluso internacional, tomando a Brasil y a Estados Unidos como ejemplos, hay claras muestras de un proceso de desdemocratización,<sup>3</sup> esta mirada retrospectiva puede ayudar a entender el acontecer actual. La irrupción de grupos religiosos en la gobernanza estatal, así como el negacionismo del cambio climático ampliamente defendido por la comunidad científica han dado pie al resurgimiento y expansión de teorías conspirativas como la terraplanista (García, 2019). Sin querer establecer una causa en ninguna de las direcciones posibles, estos hechos ilustran la pertinencia del tema que se aborda en este texto.

La característica principal del dialogo que establece la ciencia es su carácter argumentativo, y aunque es una característica que comparte con otras muchas formas de conocimiento, la argumentación toma en la ciencia un carácter fuertemente (aunque no únicamente) empírico. La coherencia interna de una teoría no alcanza para validar a esta. Se necesita que su poder explicativo sea amplio y coherente con múltiples fenómenos comprobables y repetibles. Como Karl Popper ya lo estableció es imposible establecer la verdad absoluta de una teoría mediante la experiencia, por lo cual lo más que le queda al

---

<sup>3</sup> Esta afirmación es respaldada por la continua caída de los índices de democracia de *The Economist* o el de *FreedomHouse* en ambos países, así como una caída a nivel agregado mundial de ambos índices.

científico es esforzarse para buscar los mejores argumentos que validen su teoría, es esforzarse por ser lo más veras posible de tal manera que el resto de sus pares no les encuentre objeciones insalvables y puedan ellos mismos, al replicar sus experimentos y realizar nuevos, convencerse de la utilidad y pertinencia de la tal teoría.

Tal vez sea este *ethos* de la ciencia lo que justifica su rol en la educación laica, no tanto, sus resultados, si no su vocación por la búsqueda de la verdad y el consenso. Obviamente en este camino se han dado múltiples batallas donde las discusiones científicas se rebajaron a formas muchos menos nobles que una argumentación limpia y amplía, ejemplos de ellos fue la disputa que sostuvo el propio Newton con Leibniz acerca de la autoría original del cálculo diferencial (Akroid, 2015), o más recientemente la discusión entre Einstein y Bohr acerca de la pertinencia de la teoría de la física cuántica. Más allá de los actores históricos particulares ha sido la argumentación respecto a las teorías mismas la que ha terminado de resolver estos dilemas. En el primer caso demostrando que ambas conducían al mismo resultado, y en el segundo, mediante el mil veces repetido experimento de Bell se validó la teoría cuántica, incluso por sobre el peso social que tenía en la física un personaje de la talla de Einstein.

La idea central que pretendemos esbozar es que lo que realmente aporta a la sociedad (toda) la universalización de la educación en ciencias y tecnologías, no es el fin en sí de formar científicos o inventores para generar más ciencia, sino dar el ejemplo a la ciencia y a la tecnología de un amplió dialogo social. Un dialogo que tienen particularidades, necesita de un lenguaje específico y además se presta al ensayo y al error, a su manipulación, a una forma de juego con él. Como todo juego tiene sus reglas y es a esas reglas, y a las formas de abordarlos que nos referiremos ahora.

### **La abstracción y la experimentación como las dos reglas del dialogo científico**

Cuando hablamos de conocimiento científico, es importante diferenciar dos formas de este: uno es el abstracto, en general asociado a la matemática (aunado con lógica), y el otro el empírico que se encarga de explicar los fenómenos naturales que ocurren a nuestro alrededor. A veces tiende a pensarse en el primero como el lenguaje del segundo, aunque está claro que la matemática no se agota en esta posible interpretación, es útil pensarlo en esta manera para entender su importancia. Como todo lenguaje es estructurante, y en este caso lógicamente estructurante, 2 es una cantidad *más grande* que 1; a su vez, 3 es más grande que 2, y, por tanto, que 1. Además, siempre podemos encontrar un número más grande que el actual al que lleguemos. La psicología cognitiva afirma que cuantificar es una capacidad innata de los humanos, aún de lo que son demasiados pequeños como para entender el

2 y el 3 (Izarda, Sann, Spelke, & Streri, 2009). El 2 y el 3 a lo que nos ayudan es a comunicar algo que ya de por sí notamos. Pero los números no se agota en su función comunicativa, nos ayudan a imaginar todas esas otras cantidades que no estamos percibiendo en la realidad, pero que según la lógica antes expuesta podrían existir, como por ejemplo el resultado de contar la cantidad de las estrellas.

Aprender a sumar además de un fin práctico en sí mismo implica entender que existen ciertas reglas, ciertas relaciones entre esos elementos que de alguna manera nombran cantidades. En el largo proceso adquieren reglas, sí reglas, pero reglas que nos permiten comunicarnos cada vez mejor. La matemática nos acostumbra a entender que, si decimos que todos los domingos llueve, esto implica que con que no llueva un solo domingo nuestra proposición es falsa. Este lenguaje artificial llamado matemática exige que entre todos sus elementos exista una coherencia lógica perfecta, y dado que la falseada o veracidad de sus premisas solo existe en relación con sus propios elementos y no al mundo exterior, puede entenderse como un juego, un ámbito de aprendizaje donde la comprensión mutua puede ser perfecta, al no hacer referencia a elementos fuera de sí.

Las ciencias empíricas, sin embargo, no tienen esta característica, necesitan hacer referencia hacia elementos que están fuera de sí. Los fenómenos naturales pueden considerarse como una entidad separada de la teoría que lo explica. Si bien esta afirmación es por lo demás controvertida y ha sido ampliamente discutida, a nivel de la educación primaria y primeros años de la secundaria, parece ser al menos adecuada. La manzana cae, luego podemos tratar de explicar por qué cae. Hay infinitas posibilidades, aceptar la existencia de la fuerza de gravedad es una de las posibilidades históricas, otra es recurrir a la explicación aristotélicas de la atracción o recurrir a otras interpretaciones míticas que distintas sociedades han dado. El conocimiento científico bien impartido implica entender por qué se elige históricamente a la física newtoniana (ley de gravedad) frente a las otras opciones, no como una posición dogmática, si no como el resultado de un dialogo que esgrime como argumentos las posibilidades de una teoría frente a otras.

La posibilidad de la experimentación ayuda a los más jóvenes a buscar por sí mismos sus razones para creer o no en una teoría. Los laboratorios en la educación media deben dejar un espacio de creatividad para que ellos hagan sus propias tentativas de falsear a las teorías. El trabajo en grupo promueve el dialogo entre ellos, debería estimular que ellos mismos cuestionen los alcances de sus experimentos. Conjunto a la perspectiva histórica, debe mostrar como las diferentes tecnologías han permitido poner a mayor reto a las propias teorías. Como establecer la duda sobre las herramientas usadas ha llevado a sofisticarlas cada vez más y como para ello se ha necesitado de nueva teoría. En definitiva, como la



discusión a promovido la búsqueda de nuevos argumentos, y como esos nuevos argumentos se ha traducido en nueva ciencia y tecnología.

### **Conclusión, recuperando la perspectiva histórica del conocimiento científico y tecnológico**

Cuando se habla del conocimiento científico, puede concebirse a este como una serie de reglas establecidas en un lenguaje matemático que buscan explicar y predecir el mundo exterior, por ejemplo, el movimiento de los objetos materiales. Esta es una posibilidad, la otra es verlo como un resultado de una búsqueda histórica plural de la humanidad por entender su entorno. Puede verse en Newton más que al gran y único genio descubridor, al personaje histórico que logró condensar toda una búsqueda anterior a él de una manera compacta y comunicable, comunicable por su claridad y por sus argumentos.

Es esta búsqueda de la comunicabilidad de la ciencia lo que le aporta como un buen ejercicio para practicar la laicidad, incluso para comprender que la ciencia y la tecnología no son neutras, y que su creación y distribución lo es aún menos. En el contexto actual donde el saber especializado está creando más y nuevas formas de asimetrías entre los países de centro y periferia, una buena formación en ciencia y tecnología es necesaria. Necesaria para poder entender cómo se dio por parte de unos pocos la cooptación de un bien universal como el conocimiento en detrimento de tantos otros a los que condujo a la exclusión.

Sin duda que el aprendizaje en ciencias y tecnologías es a veces un camino rocoso, por momentos frustrante, que no parece conducir a nada tangible. Todos debimos haber pasado por esta experiencia frente a algún problema matemático, pero retomando a Reina Reyes, aprender también implica controlar y vencer a nuestra frustración. La ciencia y la tecnología es un mundo de normas, de reglas, pero que a veces pueden ser la llave que nos abra un mundo de posibilidades infinitas que fue preparado por todos nuestros ancestros y que por tanto nos pertenece a todos y en este sentido transmitirla bien es defender a la sociedad democrática laica.

### **Referencias bibliográficas**

- Akroid, P. (2015). *Newton, una biografía breve*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Feyerabend, P. (2001). Como defender a la sociedad contra la ciencia. En: *Polis, Revista de la universidad Bolivariana*, 1, 1-8.
- Feyerabend, P. (2003). *Contra el método*. Madrid: Tecnos.
- García, R. (2019, julio 19). El 7 % de los brasileños dice que la Tierra es plana, según una investigación. En: *Folha de São Paulo*. Recuperado de <https://folha.com/2c8uj9m5>

Izarda, V.; Sann, C.; Spelke, E. S. y Streri, A. (2009). Newborn Infants Perceive Abstract Numbers. En: *National Academy of Sciences*, 106 (25), 10382-10385.

Reyes, R. (1963). *El derecho a la educación y el derecho a educar*. Montevideo: Alfa.