

Hacia una perspectiva humanista en la enseñanza de la física

Towards a humanistic perspective in teaching of physics

Vicente Menéndez^{1*}

¹Instituto Superior de Formación Docente 117. Tres de Febrero 1810, (1646) San Fernando, Pcia. de Buenos Aires.

*E-mail: titomen58@yahoo.com.ar

Resumen

Nadie discute la aseveración, tan repetida, que el futuro y progreso de una nación dependen, en gran medida, de la educación de su pueblo. Al respecto, me permito en este trabajo compartir un par de reflexiones que, si bien no contradicen dicha sentencia, nos harán pensar ciertas cuestiones que deberíamos tener en cuenta a la hora de enseñar ciencia, en nuestro caso, física. Se postula que, con el aporte de la historia de la ciencia, se podrá concientizar al alumno acerca de la íntima relación entre la ciencia que se enseña y la sociedad en la que se vive. Este trabajo está centrado en el convencimiento de que los docentes de ciencia debemos no solo informar, sino formar ciudadanos responsables.

Palabras clave: Docencia; Ciencia; Sociedad; Ética.

Abstract

Nobody disputes the assertion, so repeated, that the future and progress of a nation depends, to a great extent, on the education of its people. In this regard, I allow myself in this paper, to share a couple of reflections, which, although they do not contradict said sentence, will make us think about certain questions that we should take into account when teaching science, in our case, Physics. It is postulated that with the contribution of history of science, the student can be made aware of the intimate relationship between the science that is taught and the society in which it is live. This paper is focused on the conviction that science teachers must not only inform, but also train responsible citizens.

Keywords: Teaching; Science; Society; Ethics.

I. INTRODUCCIÓN

El relato de esta experiencia, cuyo eje central es la relación Ciencia, tecnología y Sociedad, en particular la Formación en ciencia para la ciudadanía, tiene como objetivo motivar a los docentes de física, para hacer uso de la historia de la física en sus clases, ya que de esta manera, no aparece desvinculada del contexto histórico y social, y que, claramente, la física ha desempeñado un papel clave en la evolución de la humanidad, tanto en el desarrollo de otras ciencias, como la Química y la Biología, como así también, del adelanto tecnológico, con todas sus (buenas y malas) consecuencias. De tal manera que el destinatario final será el alumnado, entendiéndose que en el período de formación de los adolescentes, la enseñanza de la física, como ciencia natural, aparecerá así integrada al desarrollo histórico de la humanidad, y no solamente circunscripta a los contenidos específicamente científicos. Enseñar física con componente humanista, requiere por parte del docente un trabajo de formación importante.

Esta modalidad es una experiencia implementada desde hace muchos años en la cátedra de Física de un Instituto Superior de Formación Docente en el conurbano de la Provincia de Buenos Aires. Las actividades realizadas por el alumnado consistieron, básicamente, en la presentación de trabajos con base en lecturas indicadas por el docente (ver sugerencias de bibliografía al final del apartado V) como también en tareas de información a través de páginas de Internet, respecto del uso tecnologías contaminantes y energías alternativas. El enriquecimiento cultural y la

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. extra (2021)

449

La evaluación del presente artículo estuvo a cargo de la organización de la XXII Reunión Nacional de Educación en Física

toma de conciencia del alumnado frente a las consecuencias que trae aparejado el avance científico y tecnológico son notables. Por lo tanto, en las evaluaciones se toman en cuenta, además de contenidos específicos, preguntas acerca del contexto histórico en donde se gestaron ideas centrales de la física y sus consecuencias sociales. Incluso, y siendo un tema muy actual, la discusión acerca de la política científica: la importancia para un país, de tener un desarrollo científico y tecnológico propio, ya que ha quedado demostrado, en el contexto de la actual pandemia, la dependencia de aquellos países que no han sido capaces de desarrollar una ciencia y una tecnología capaz de producir vacunas. Todo ello ha dado lugar a interesantes debates con el alumnado y, como consecuencia, se ha visto redoblado el interés de los estudiantes por la ciencia. En particular, por una física de la cual tenían el preconcepción de que se basaba solo en fórmulas, resolver problemas y realizar alguna experiencia en el laboratorio.

II. LA ENSEÑANZA QUE NOS DEJAN ALGUNOS HECHOS HISTÓRICOS Y QUE EL DOCENTE NO DEBERÍA SOSLAYAR

Como siempre, la historia, con base en la información que nos suministra, es quien nos ayuda a reflexionar: probablemente haya sido Alemania la nación con mayores índices de educación y con mayor cantidad de científicos, predominantemente físicos, durante las primeras décadas del siglo XX. Y fue Alemania, justamente, la nación que desencadenó una de las mayores tragedias de la humanidad: la segunda guerra mundial y el holocausto. Para mayores datos, no pocos integrantes de la comunidad científica alemana, denostaron la teoría de la relatividad por ser un “invento judío”: Lenard y Stark, ambos galardonados con el premio Nobel en física, fueron los motores de aquella idea aberrante de que existe una física aria (experimental y eficiente) y una física judía (teórica, sin aplicaciones y por lo tanto inferior). Sin olvidar que fue Werner Heisenberg quien estuvo a la cabeza del desarrollo de la bomba atómica para el régimen nazi. En fin, la lista sigue. Podríamos continuarla diciendo que en el Proyecto Manhattan, donde participaron una gran cantidad de físicos, premios Nobel muchos de ellos (Enrico Fermi, y Richard Feynman entre otros), solo dos científicos plantearon objeciones: Lize Meitner, quien se rehusó participar cuando fue convocada, y Joseph Roblat, quien abandonó Los Álamos a finales de 1944 cuando ya era evidente que la guerra estaba ganada. Más tarde fue galardonado con el Premio Nobel de la Paz (Fernández Rañada, 2004 p. 197).

Por otro lado, hechos actuales, como la contaminación ambiental (megaminería, industrias químicas y nucleares, etc.) y el cambio climático, producto del desarrollo tecnológico (y obviamente científico) están en el centro del debate sobre las consecuencias del “progreso” científico; sin nombrar los problemas éticos y morales que se plantean en el área de la biotecnología con el tema de la clonación.

Están por un lado los defensores a ultranza del desarrollo, llamado “progreso”, para quienes la respuesta es que los problemas originados por la ciencia y la tecnología se resuelven con “más ciencia y más tecnología” Por la contraria, hay sectores para quienes la humanidad debe volver a un estado “natural”, una especie de regresión al medioevo. En el punto intermedio están los que sostienen la difícil definición de “desarrollo sustentable”.

Según Oscar Varsavsky, los defensores de la primera posición sostienen que la ciencia da instrumentos neutros y son las fuerzas políticas quienes deben usarlos justicieramente. Si no lo hacen, no es culpa de la ciencia. Para Varsavsky esta respuesta es falsa: *“la ciencia actual no crea toda clase de instrumentos, sino solo aquellos que el sistema le impulsa a crear”* (Varsavsky, 1973). Dicho de otra forma, no debería haber Ciencia sin Conciencia.

III. EL FENÓMENO DE LA ANTICIENCIA COMO REACCIÓN A LO ANTERIORMENTE EXPUESTO

La reacción contra la ciencia surge conjuntamente con ella: cuando Galileo observa el cielo con su telescopio, los aristotélicos negaban sus observaciones, aduciendo distorsiones ópticas del instrumento. No nos extenderemos aquí con la reacción de la Iglesia respecto al heliocentrismo. Los casos de Giordano Bruno quemado en la hoguera y el juicio a Galileo, quien terminó su vida en prisión, son harto elocuentes y ningún docente debería soslayarlos a la hora de explicar, por ejemplo el principio de inercia, con el cual Galileo intenta invalidar el argumento aristotélico de la imposibilidad del movimiento terrestre.

Hay otro antecedente interesante posterior: cuando se produce la Revolución científica, con la física galileo-newtoniana, aparece un siglo después, una filosofía natural, en parte contraria a una física estrictamente mecanicista: el Romanticismo.

El Romanticismo es un movimiento cultural y político originado en Alemania hacia finales del siglo XVIII como una reacción contra el racionalismo de la Ilustración, dando prioridad a los sentimientos. Es una manera de sentir y concebir la naturaleza, la vida y al hombre mismo. La *Naturphilosophie* es una corriente de la tradición filosófica del idealismo alemán ligada al Romanticismo. Frente al mecanicismo de la física clásica, la *Naturphilosophie* defendió

una concepción orgánica de la ciencia en la que el sujeto juega un papel esencial, concibiéndose el mundo como una proyección del observador (nótese en este último concepto, la cercanía con la interpretación estándar de la mecánica cuántica). Friedrich Schelling, Herder y Goethe son los tres grandes nombres asociados a la *Naturphilosophie*. Para Schelling la ciencia experimental no era suficiente por sí sola, tenía que estar subordinada a un proyecto filosófico (Pérez y Varela, 2003, p. 68).

De todas formas, los físicos “románticos”, entre los cuales podemos citar a Oersted, no intentan destruir lo construido, solamente intentan el abordaje del conocimiento de la naturaleza a partir de una concepción distinta: la naturaleza no es un gran mecano, hay algo más fuera de la materia, tan importante como la materia misma. Esto da sus frutos en el concepto de campo de fuerzas planteado por Faraday, reconocido cultor del movimiento romántico. Esto último es un dato no menor a la hora de enseñar el concepto de campos de fuerza. Nótese que la *Naturphilosophie*, no es un movimiento anticencia, sino a favor de una mirada “distinta”: la naturaleza no es solo materia y movimiento. Al respecto, pueden encontrarse más datos, en los trabajos presentados en el Simposio Internacional Ciencia y Romanticismo 2002, organizado por la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

Finalmente diremos que no es difícil, para el observador atento a los cambios sociales y culturales, reconocer en las últimas décadas, un avance del “campo irracional”, y del fundamentalismo religioso. Al respecto, Gerald Holton, profesor de Física y de Historia de la ciencia en la Universidad de Harvard, explica que

...la historia nos ha enseñado ya repetidas veces que el descontento con la ciencia y con la imagen del mundo a ella asociada pueden convertirse en un odio visceral que sintoniza con movimientos mucho más siniestros. El fenómeno de la anticencia despierta pensamientos de esta clase en la mente de muchos intelectuales, tanto en occidente como en el Este. Si no fuera por ello, todos los astrólogos, antievolucionistas, espiritistas y demás propagadores del pensamiento New Age, considerados en sí mismo, no serían para nosotros sino objeto de conmiseración o fuente de diversión. (Holton. 2001, p. 170)

IV. REFLEXIONES SOBRE EL ROL DEL DOCENTE DE CIENCIAS Y EL APORTE QUE PUEDE HACERSE EN EL CONFLICTO PLANTEADO

“Los hombres han nacido los unos para los otros; edúcalos o padécelos.”
Marco Aurelio, siglo II d. C.

¿Qué contribución podemos hacer los docentes de ciencia sobre estos actuales desafíos? Entiendo que parte de la solución a los problemas expuestos está en el tipo de educación científica que demos a los jóvenes. El vertiginoso desarrollo de la informática, el abuso del mundo de las imágenes explícitas, en detrimento de la lectura escrita, que tanto estimula la imaginación, son a mí entender factores que debemos tener en cuenta a la hora de definir la pedagogía científica. Para decirlo en pocas palabras: *enseñar ciencia con componente humanista*. Formar ciudadanos que aparte de saber física, comprendan que el hombre no es un engranaje más de un mundo mecánico, sino un ser con capacidad de sentir horror ante la devastación producida en el planeta por el uso y abuso irracional de la tecnología. El punto aquí, es que ese abuso de tecnología que degrada el medio ambiente, va de la mano con paradigmas políticos y económicos, y por lo tanto el docente debe estar preparado, sobre todo con información veraz, para entrar en una polémica acerca de estos campos.

Muchos estudiosos estiman que es a partir de la Revolución científica de los siglos XVI y XVII, y especialmente con las ideas de Francis Bacon y Rene Descartes, que el hombre se aparta de la naturaleza, y la ve a esta como objeto a fin de transformarla y profanarla. Esta separación entre sujeto y objeto, produciría, como consecuencia, el daño que la tecnociencia está realizando sobre el planeta. El gran pensador del siglo XX Bertrand Russell ya lo advirtió en la época de posguerra. En su libro *La perspectiva científica*, nos dice que

Para que una civilización sea una buena civilización, es necesario que el aumento de conocimiento vaya acompañado de un aumento de sabiduría. Entiendo por sabiduría una concepción justa de los fines de la vida. Esto es algo que la ciencia por sí misma no proporciona. El aumento de la ciencia en sí mismo no es, por consiguiente bastante para garantizar ningún progreso genuino, aunque suministre uno de los ingredientes que el progreso exige. (Russell, 1982, p. 9)

Estas ideas son de alguna manera una síntesis explicativa del horror desatado por uno de los países más adelantados en ciencia y tecnología, como el caso de Alemania, que comentamos al principio. La disociación esquizofrénica entre una mente brillante y racional en el plano científico y la misma mente, bruta e irracional en el aspecto humano, también lo explica Bertrand Russell en el mismo ensayo:

Si el lector cuenta entre sus conocidos a algún eminente hombre de ciencia, acostumbrado a la más minuciosa precisión cuantitativa en los experimentos ya la más abstrusa habilidad en las deducciones de los mismos, sométalo a una pequeña prueba, que muy probablemente dará un resultado instructivo. Consúltele sobre partidos políticos, teología, impuestos, y otros temas de índole parecida, y es casi seguro que habrá provocado una explosión y le oirá expresar opiniones nunca comprobadas con un dogmatismo que jamás desplegaría respecto de los resultados bien cimentados de sus experiencias de laboratorio. (Russell, 1982, p.14)

Al respecto, son esclarecedoras las palabras de Einstein cuando se negó, poco después de finalizada la guerra, a establecer contacto con la Sociedad científica Max Planck, diciendo: *“El crimen de Alemania es el más abominable en la historia de las llamadas naciones civilizadas. La conducta de los intelectuales alemanes, en cuanto grupo, no fue mejor que el de las turbas...”* (Fernández Rañada, 2004, p. 262).

V. RESPONSABILIDADES DEL DOCENTE DE FÍSICA Y ALGUNOS EJEMPLOS SIGNIFICATIVOS

De lo anteriormente expuesto, surge la importancia de enseñar a los jóvenes una física no desvinculada del contexto social en el que fueron desarrolladas las ideas. El docente de ciencia no debe desembarazarse de las consecuencias políticas y sociales del avance científico, que trajeron, por ejemplo el desarrollo de la termodinámica y el electromagnetismo, causas fundamentales de las denominadas Revoluciones Industriales en Europa. La maquinaria de vapor y eléctrica, y la industria química, cuyas consecuencias fueron, por ejemplo, el advenimiento del proletariado y las teorías políticas y filosóficas que dieron cuenta de tan importante cambio en la sociedad. Precisamente, el desarrollo de la termodinámica y el electromagnetismo, fueron posibles cuando estaba establecida la mecánica clásica newtoniana. También, Lavoisier pudo dar el paso de la alquimia a la química, usando los pilares básicos establecidos por Galileo y Newton: la naturaleza nos habla con leyes de carácter matemático. El estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos, desde fines del siglo XVIII y durante el siglo XIX, tuvieron como consecuencias inmediatas, el desarrollo de la maquinaria eléctrica, y posteriormente la aparición de la telegrafía y las comunicaciones inalámbricas. Durante el mismo período, el estudio de los fenómenos relacionados con el calor dieron fruto en más y mejores máquinas de vapor y frigoríficas y al fundamental concepto de Energía. Las leyes de la óptica posibilitaron la construcción de mejores telescopios y microscopios, ayuda valiosísima para la Astronomía en un caso y para la biología en el otro. El desarrollo, durante el siglo XX y en la actualidad, de la medicina nuclear, la resonancia magnética, la tomografía y demás avances en la tecnología médica, son harto elocuentes para demostrar el estrecho vínculo de estos avances con la física. El docente no debe dejar de hacer hincapié en estas cuestiones. Es decir, que el impacto de los conceptos teóricos de la física, repercutieron y repercuten rápidamente en avances tecnológicos, que producen cambios significativos en la vida de los seres humanos.

Es altamente significativo el mensaje de salutación de fin de año 2019, del profesor Ignacio Idoyaga, como presidente de APFA dirigido a los docentes de física:

Lanzo una amplia convocatoria a seguir trabajando, que nace del entendimiento de la educación científica como una necesaria empresa libertaria. Es decir, la educación en ciencias, particularmente en física, ofrece la oportunidad de apropiarse de nuevas estructuras de pensamiento que devienen en una mirada liberadora, rica y diversa del mundo que no debería ser esquiva a ninguna persona. En este sentido nuestra labor como profesores es un acto militante, comprometido y relevante...

En un todo de acuerdo con esta aseveración, es que propongo la incorporación de la historia y también la epistemología en el aula de física. Sin desestimar en absoluto los aspectos estrictamente matemáticos y físicos, la componente histórico-epistemológica, posibilitará sin duda, dar al educando, herramientas de pensamiento y reflexión acerca de la incidencia de la física en el desarrollo de la humanidad, con todas sus virtudes, que son muchas (y terminan inclinando la balanza a favor del desarrollo científico), pero también, con todos sus defectos, en particular el uso irracional de un conocimiento racional. Aquí entra el problema de la ética, que Michael Matthews expresa con claridad:

Con una frecuencia cada vez mayor, en las aulas de ciencia se presentan problemas éticos. Las preguntas sociales, técnicas y éticas son inevitables y deben ser atendidas, y tanto la historia y la filosofía de la ciencia como la filosofía política pueden contribuir a una discusión más matizada e informada; ni los maestros ni los alumnos ganan mucho si estas discusiones se limitan a repetir eslóganes o a insistir en los prejuicios del momento. (Matthews, 2017, pp. 244 y 245)

Como sugerencias de bibliografía a utilizar, el libro *Física en perspectiva* de Eugene Hecht (Addison Wesley Iberoamericana, S:A. Delaware, EUA, 1987) quizás sea muy adecuado para ayudar al docente a encarar la enseñanza de la física en el sentido que propone este trabajo. Tal como lo adelanta dicho autor en el prefacio: es un libro de

física, pero también un libro *sobre* física. En la misma dirección histórica, está el clásico *Fundamentos de la física moderna* de G. Holton y D. Roller (Editorial Reverté, Barcelona, Bs. As, México, 1963). *Noticias del planeta Tierra. Galileo Galilei y la Revolución científica* (AZ Editora, Bs. As. 1996), de Guillermo A. Boido, es una referencia muy importante en este sentido. En las memorias de REF y SIEF y en la *Revista de enseñanza de la física* podemos encontrar algunos trabajos que se desarrollan en torno a estas ideas y también en un trabajo reciente de V. Menéndez: *Mejorando la enseñanza de la Física: los aportes históricos y epistemológicos* (Ed. Autores de Argentina, Bs. As. 2019)

VI. CONCLUSIONES

En consonancia con lo expuesto, y como objetivo central del presente trabajo, hago un llamado a los docentes de física para afrontar el reto de integrar la física con la evolución de la sociedad. Deberá informarse acerca de la historia de las ideas científicas y las consecuencias de la aplicación tecnológica de dichas ideas. El trabajo no es fácil, pero valdrá la pena. Además el docente deberá, entre otras cuestiones, indagar respecto al uso de energías alternativas; proveerse de datos veraces sobre consecuencias del uso de la energía nuclear; sobre el daño a los habitantes cercanos a las líneas de alta tensión, etc. En fin, todas cuestiones acerca de la llamada ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Ética, moral y ciencia, como en el caso de la biotecnología, desastres ecológicos producidos por la megaminería y el uso de agrotóxicos (temas estos que podrá trabajar integradamente con los docentes de Química y Biología), etc. No debe el docente minimizar estas problemáticas en un momento en que son tan discutidas estas cuestiones en los medios de comunicación y también en el ámbito de la política. Esto redundará en la concientización del alumno acerca de la íntima relación entre la ciencia que se enseña y la sociedad en la que se vive.

Finalmente, y como se dijo al inicio de este trabajo, un docente no debe olvidar, que no solo está informando, sino formando a futuros ciudadanos que deben ser responsables para actuar en una sociedad, cada día más compleja.

AGRADECIMIENTOS

A la memoria del profesor Santiago Carbone, quien me enseñó la importancia de una física conceptual; y que la responsabilidad como profesor, para formar ciudadanos con conocimientos de física, va más allá de enseñar fórmulas y resolver problemas.

REFERENCIAS

Fernández Rañada, A. (2004). *Ciencia, incertidumbre y conciencia. Heisenberg*. Madrid: Nívola.

Holton, G. (2001). *Ciencia y Anticiencia*. Madrid: Nívola.

Matthews, M. (2017). *La enseñanza de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Pérez, M y Varela, P. (2003). *Orígenes del electromagnetismo*. Madrid: Nívola.

Rusell, B. (1982). *La perspectiva científica*. Buenos Aires: Ariel.

Varsavsky, O. (1973). *Ciencia, política y científicismo*. Buenos Aires: Centro editor de América Latina.