



Integración de la Historia y la Filosofía de la Ciencia y la enseñanza de la física: Fundamentaciones y experiencias en Cuba

Diego de Jesús Alamino Ortega

Universidad de Ciencias Pedagógicas “Juan
Marinello Vidaureta”

Cuba

diego.alamio@umcc.cu

Yenile Aguilar Rodríguez

Universidad de Ciencias Pedagógicas “Juan
Marinello Vidaureta”

Cuba

yenile@ucp.ma.rimed.cu

ABSTRACT

The importance and relationship between the history and the philosophy of the science with the teaching of sciences is even questioned and some people manifest skepticism about its didactic potentiality. For this reason it is argued that the integration of the theory of the knowledge and the history of the science to the teaching of the physics, undoubtedly lead to the best physics understanding and it contributes to the cultural formation of the students. Since the second half of XX century, proposals of teaching have been appearing in a recurrent form, with the intention of making more effective the teaching of the sciences. These proposals are valued and it is concluded that it is indispensable take into account the history and philosophy of the science, to apply any proposals, because the history and philosophy of science is an essential component in the teaching of the sciences. Valuations and practical experiences carried out in the education in Cuba are exposed.

RESUMEN

La importancia y relación que pueda tener la historia y la filosofía de la ciencia con la enseñanza de las ciencias es aún cuestionada, presentándose escepticismo en cuanto a su potencialidad didáctica, por lo que se trata de argumentar que la integración de la teoría del conocimiento y la historia de la ciencia a la enseñanza de la física, indudablemente conduce a la mejor comprensión de la física y contribuye a la formación cultural integral de los estudiantes. Se valoran propuestas de enseñanza aprendizaje que desde los 60 del siglo XX, han estado apareciendo de forma recurrente, con la intención de hacer más efectiva la enseñanza de las ciencias y se concluye lo imprescindible que resulta la historia y filosofía de la ciencia, como componente esencial en la enseñanza de las ciencias, para poder llevar a la práctica cualesquiera de estas propuestas. Se exponen valoraciones y experiencias prácticas llevadas a cabo en la educación en Cuba.

Palabras claves: historia, filosofía, enseñanza, ciencia; history, philosophy, teaching, science; história, filosofia, ensino, ciência

INTRODUCCIÓN

La relevancia de la Historia y la Filosofía de las Ciencias (HFC) en la Enseñanza de las Ciencias (EC) es un tema cuestionado por algunos prestigiosos educadores y científicos lo cual hacen ver autores como Matthews (1992) y Baracca y Navarro (1997). Hay quienes se manifiestan escépticos en cuanto a las potencialidades didácticas de la HFC, incluyendo a maestros de aula. Argumentos favorables a la enseñanza de las ciencias “informada”, “asistida” o “incorporando”, “empleando”, la historia y la filosofía de la ciencia, se han sustentado por personalidades interesadas en la educación científica, tal





es el caso de la cita que hace Freire (2001) del Duque de Argyll, quién exponiendo en la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, tan tempranamente como en 1866, proclamaba: *"Lo que queremos en la enseñanza para los jóvenes no son solo simples resultados, sino métodos y por encima de todo la historia de la ciencia.* Avanzando en el tiempo, llegan advertencias de Niels Bohr: *"La historia de la ciencia no puede dejar de interesar a los naturalistas: el científico encuentra en ella un sin número de lecciones, y enriquecido con su experiencia propia, puede mejor que cualquier otro interpretar estas lecciones con sus conocimientos [...] la historia de la ciencia puede darnos indicaciones útiles del método de enseñanza de la ciencia"* (Daniushenkov y Corona, 1991). En visita a Cuba, en agosto de 2003, León Lederman declaraba al suplemento EN RED, del periódico Juventud Rebelde: *"El adolescente debe salir de la secundaria básica con un pensamiento científico, para que pueda asumir el desarrollo acelerado y sus consecuencias sociopolíticas, y lidiar con un mundo en constante transformación" [...] "Lo importante es que cuando el adolescente salga de la secundaria básica tenga una manera científica de pensar, independientemente de la profesión que vayan a escoger después"*.

En 1983, se celebró en Pavia, Italia una conferencia con el sugestivo nombre de Using History of Physics in Innovatory Physics Education, en la que Bevilacqua y Kennedy (1983) señalaban insatisfacciones en cómo se enseña la física y llamaban a la inclusión de la historia de la física en su enseñanza. A todos estos avisos, recomendaciones y advertencias, en gran medida, no ha habido respuestas sistematizadas de los educadores, quiénes a lo mejor compulsados por lograr en los estudiantes un conocimiento utilitario, funcional, operacional, en fin pragmático, no hacen una exposición contextualizada de los contenidos y teorías, mostrando su evolución, estimulando el pensamiento crítico y ético; profundizando en la comprensión, en contraposición con la enseñanza operacionalizada, basada únicamente en conceptos, leyes, y fórmulas que muchos logran 'recitar', pero no comprender. Muestra de esta realidad es a lo que Carl Sagan se refirió en El Mundo y sus Demonios: *... la enseñanza de la ciencia se hace demasiado a menudo de manera incompetente o poco inspiradora, y sus practicantes... tienen poca preparación o ninguna... en los temas que presentan* (Hacyan, 2002). El resultado de un estudio realizado en EEUU en que solo el 3% de los graduados de preparatoria, 12% de los graduados universitarios y 18% de los graduados de doctorado lograron decir algo inteligible sobre "átomo", "molécula", según refiere Monroy (2009), es una prueba palpable de los resultados que se han estado obteniendo en la educación científica.

Sin transitar por un desarrollo lineal, han existido y existen quiénes están involucrados en revertir la situación; Matthews (1994) considera como uno de los precursores de la introducción de la Historia y la Filosofía de la Ciencia en la Enseñanza de la Ciencia, a Ernst Mach y a los educadores norteamericanos Jonh Dewey, James Conant y Gerald Holton. Pudiera unirse a la lista el físico francés Paul Langevin, quien ha estado profundamente involucrado en cuestiones de enseñanza y sin la trascendencia internacional de los mencionados, hay dos nombres que para Cuba resultan de alta significación: Félix Varela (Alamino, 2013) y Enrique José Varona (García, 1978). Se han impartido cursos y se han publicado libros, cuya pretensión ha sido enseñar las ideas fundamentales de las ciencias físicas, siguiendo un esquema organizativo basado en la historia de la física, de este intento salieron: Introduction to Concepts and Theories of Physical Science (1952), de G. Holton, Physical Science its Structure and Development (1966), de Edwin C. Kemble, Physycs for Poets (1970), de Robert March y Physics as Liberal Arts (1978), de James S. Trefil (Asúa, 1997).



Intenciones del empleo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia en la Enseñanza de la Ciencia se han dado en diferentes momentos de la historia como el Proyecto Harvard de Enseñanza de la Física, coordinado por Gerald Holton, F.J. Rutherford y F. Watson, a pesar de distanciamientos como el que llevó a Duschl a publicar en 1985 un artículo titulado "*Science Education and the History and Philosophy of Science: Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development*".

La influencia que la ciencia y la tecnología han pasado a tener en la sociedad contemporánea es tal que los científicos, historiadores, filósofos y educadores no pueden hoy día abstenerse de valorar críticamente la actividad científica, sus métodos, sus implicaciones políticas y los aspectos institucionales que le están asociados. Un argumento que puede reforzar lo antes planteado es que dos de los filósofos de la ciencia más importantes del siglo XX, llegaron a sus teorías a partir de que tuvieron que enfrentar la enseñanza de la Física, ellos son Gaston Bachelard y Thomas Kuhn. Del mismo modo las ideas de Jean Piaget relativas al aprendizaje han sido extendidas a la interpretación de la historia de la ciencia (Asúa, 1997, Piaget y García, 1992).

En el trabajo que se presenta se expondrán algunas consideraciones y acciones emprendidas por los autores para contribuir a que la HFC se integre al proceso de enseñanza aprendizaje de la física.

SIGNIFICADO DE LA INTEGRACIÓN HFC Y ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

En la introducción se han empleado términos tales como “asistencia”, “empleo”, “introducción”, “incorporación”, etc. para referirse a la función que debe cumplir la Historia y la Filosofía de la Ciencia en la Enseñanza de la Ciencia, lo cual según las consideraciones de los autores, no expresa el verdadero significado de lo que se quiere lograr con la Historia y la Filosofía de la Ciencia en la Enseñanza de la ciencia:

- En primer lugar para enfrentar el proceso de enseñanza aprendizaje es necesario partir de una determinada posición filosófica, que puede consistir en reconocer la existencia, independiente de la conciencia, del objeto de estudio, de su movimiento, para poder acercarse al conocimiento de las regularidades del comportamiento del mismo, luego esto le es inherente al proceso, no consiste en sumarle algo o incorporarle algo que le viene desde fuera.
- Cuando se dice que se asiste o se apoya, se está evidenciando, que entonces el proceso de enseñanza aprendizaje pudiera desarrollarse prescindiendo de ese apoyo o asistencia, obviándose el carácter de componente esencial de la HFC en la Enseñanza de la Ciencia.
- Lo anterior lleva a la concepción reduccionista de algunos docentes que asumen la historia de la ciencia como la definen los diccionario: “narración y exposición de los acontecimientos pasados y dignos de memoria, sean públicos o privados” (DRAE); narraciones y comentarios que pueden o no hacerse a los educandos, y que en gran medida se considera, que si se incorporan a la enseñanza de la ciencia, es para hacerla más “amena” o “edulcorarla”

La historia no es un montón de hechos, aislados sin ninguna conexión, ni orden, como no lo es la ciencia, que a decir de Bunge: “*es conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible*”, y siguiendo esta línea de pensamiento y el de otros autores como Valdés, R. (1987), los autores consideran que:

La historia de la ciencia se ocupa de investigar el proceso de formación y desarrollo de la ciencia, enfrentándose a tareas como la de reconstruir el camino por el que ha transitado la ciencia, clasificando los hechos, ordenándolos lógicamente y cronológicamente, con el propósito de desentrañar por qué la ciencia ha transitado por ese camino y no por otro, de forma tal que



pueda establecerse una relación causal entre los hechos y revelar la postura mantenida por los científicos, dado el contexto sociohistórico que les ha tocado vivir.

De este modo interpretada la historia de la ciencia, se evidencia su trascendencia metodológica en la consecución y la dirección del trabajo científico y en la actividad pedagógica, contribuyendo a la pretensión de mejor enseñar la ciencia. La historia de la Ciencia y su Filosofía no es solo importante, como algunos consideran, por ampliar el horizonte cultural el cual evidentemente se enriquece cuando se produce la integración HFC y EC.

Por otro lado cuando se habla de integración se debe entender no como suma, al modo de la matemática, sino como la constitución de un todo, y un todo único, esencial en sus interrelaciones y a la vez coherente y armónico, que no descubra rupturas o desbalances en cuanto al desarrollo del análisis histórico-lógico.

LA HFC Y LAS PROPUESTAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Una preocupación que embarga casi universalmente a los profesores de ciencias es el rechazo y bajo aprovechamiento que experimentan estas asignaturas por parte de los estudiantes. Desde los años sesenta del pasado siglo XX, han estado apareciendo de forma recurrente importantes propuestas de enseñanza-aprendizaje, con la intención de hacer más efectiva la enseñanza de las ciencias y aunque no existen soluciones únicas ni acabadas, todas han contribuido a importantes reconceptualizaciones acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

El modelo de aprendizaje por descubrimiento que se promovió durante la década de los sesenta y setenta fue uno de los intentos de aproximar el aprendizaje de las ciencias a las características del trabajo científico. ¿Será posible sin el conocimiento de la HFC lograr este propósito? Evidentemente no, para que el estudiante adquiera el conocimiento según este modelo hay que ponerlo en la situación del trabajador científico y eso puede lograrse si se conoce cuáles fueron las condiciones histórico-sociales y cuestionamientos o contradicciones que condujeron al conocimiento y a lo cual solo el conocimiento de la HFC logra dar respuesta. Puede ser que una de las causales de que esta propuesta no condujera a los resultados esperados (se habla de su fracaso), fuera que al llevarla a la práctica se tuvieran concepciones deformadas sobre el trabajo científico, lo cual es posible evitar con el conocimiento del proceso que condujo a los investigadores a los nuevos conocimientos, proceso que raras veces es lineal y que por lo general goza de muchas paternidades, como advirtió Newton: que pudo ver más lejos al mirar “sobre hombros de gigantes”. No se descarta que desde el punto de vista didáctico, al llevar esta propuesta a la práctica, los estudiantes hayan padecido de un exceso de autonomía en el trabajo que debían realizar, lo cual no es característico ni en el trabajo científico de investigadores noveles.

El aprendizaje por recepción significativa que de cierto modo sustituye al modelo anterior, a primera vista pudiera considerarse ajeno a la familiarización del alumno con el trabajo científico, pero no lo es tal, por varias razones que pueden hallarse argumentadas por Gil (1993). Pensemos que en este modelo es importante la detección de los conocimientos previos de los alumnos y en la coincidencia que ha resultado entre estos conocimientos y las concepciones de la comunidad científica en un momento dado; pongamos por ejemplo la identificación del calor con el calórico (Alamino y Piñón, 1996) o en general la etapa histórica de los imponderables o la asociación del movimiento a la existencia de una fuerza. El conocimiento de la historia de la física que nos muestra cómo la ciencia ha vencido estos



escollos y ha llegado a las nuevas concepciones (cambio conceptual) es imprescindible para guiar a los estudiantes en la adquisición del conocimiento. Como un argumento más, Marco Antonio Moreira (1994) comenta que Nussbaum a partir de sus propias investigaciones ha derivado que el cambio conceptual en los estudiantes tiene un patrón evolutivo. Lo que se puede reforzar diciendo que: antes que Einstein estuvo Newton, aunque Newton sigue ahí en su escala témporo-espacial. Como muestra de una posición filosófica ante la enseñanza de la ciencia, se pudiera ver el cambio conceptual como entiende Lakatos el progreso científico, o sea, que se produce por competencia entre programas, de manera tal que hay que considerar de forma simultánea las desventajas de lo viejo y las ventajas de lo nuevo, lo que transparenta, en opinión de los autores, estar comprendida la valoración lakatosiana, en la negación dialéctica, y la relación que existe entre la verdad absoluta y relativa.

Con la orientación constructivista sobre la enseñanza-aprendizaje de la ciencia se produce una evidente aproximación de la actividad de aprendizaje a la formación de los conocimientos científicos, por eso para llevar a la práctica las propuestas constructivistas de cualquier variante, es necesario tener una sólida comprensión de la forma en que la ciencia ha transitado hacia el conocimiento científico. Aquí subyace, como algo imprescindible, el conocimiento de la Historia y la Filosofía de la Ciencia, por lo que no es de extrañar que esta corriente de pensamiento pedagógico haya tenido sustentos en ideas de filósofos de la ciencia como: Popper (falsacionismo), Lakatos (programas de investigación científica), Laudan (tradiciones de investigación), Toulmin (evolucionismo) y Kuhn (revolucionismo). Si se aprecian detalladamente los criterios por los que se caracterizan a estos filósofos, es opinión de los autores, que casi sin exclusión, pueden encontrar explicación en el pensamiento dialéctico, que considera todo lo existente en concatenación, sujeto a contradicciones y cambio.

El modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación (Gil, 1993), se identifica con el seguimiento en el actuar del profesor, de una actividad de aprendizaje por el estudiante extremadamente cercana a la de un investigador novel; menos autonomía que en el caso del aprendizaje por descubrimiento. Se recomienda en esta propuesta evitar transmitir concepciones erróneas sobre el trabajo científico durante la enseñanza de las ciencias. Huelga argumentar la importancia del conocimiento de la HFC para que el profesor pueda guiar el trabajo que conduzca a los estudiantes a la adquisición del conocimiento.

Al mismo tiempo que las propuestas anteriores, que fundamentalmente se originaron en el mundo occidental, se puede mencionar en la desaparecida URSS la de Razumovski; según este enfoque el proceso de enseñanza aprendizaje de la física debía transcurrir “como se origina el conocimiento en la ciencia”, a partir de un conjunto de hechos, y del experimento por vía inductiva, arribar a un grupo de conocimientos básicos de los que se derivarían el resto, siguiendo la vía deductiva. Otra tendencia desarrollada en la antigua URSS, en las décadas del 70 y el 80 a partir de los trabajos de Majmutov, fue la enseñanza problémica, la que se basaba en que el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias debe partir de situaciones que creen conflictos en el estudiante y que lo motiven a actuar (Moltó). Se puede apreciar que para que ambas propuestas se puedan llevar a la práctica con éxito el profesor debe ser un conocedor de la HFC, o sea, que en el caso particular de la ciencia entendida como actividad humana, con sus métodos y formas de trabajo esta debe ser enseñada y aprendida como tal (Valdés, et al 2002).

ALGUNAS DIMENSIONES DE LA HISTORIA DE LA FÍSICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Una de las dimensiones de la Historia de la Física, quizás la más socorrida es la motivación, la cual se puede lograr a través de la inclusión de datos biográficos de físicos notables o la narración de hechos científicos relevantes, que sirvan como propuestas para la indagación posterior por parte del estudiante. Esto presupone el empleo de tiempo extraclase y debe por tanto planificarse y buscarse el método de



control. La interrogante de cómo Arquímedes resolvió el problema de la corona de Hieron, puede ser un ejemplo de tarea para los estudiantes. Otro, la indagación de cómo se pronosticó y descubrió el neutrino, o invitar a “recorrer el camino” en la obtención de la velocidad de la luz. Los autores han podido comprobar que la asociación de nombres o hechos históricos con los conceptos expuestos en clase, no solo motivan sino que sirven para memorizar conceptos y leyes.

Otra dimensión de la Historia de la Física en la enseñanza, la de mayor importancia, es la de promover la inteligibilidad de los contenidos. En este caso el enfoque histórico se integra en la tarea de enseñar física, por lo que no debe confundirse lo que se ha expresado, con el hecho de que el fin del profesor sea enseñar historia de la física, sino física. La comprensión de un concepto como la dualidad onda partícula se puede ver mejor si se fundamenta a través de la polémica histórica entre las dos concepciones sobre la luz y los hechos experimentales que las han sustentado. La ley de caída de los cuerpos, tan contradictoria con la experiencia sensorial directa, se clarifica cuando se presenta la posición aristotélica y la contraposición galileana, con la correspondiente sustentación experimental. En particular la utilización de experimentos históricos, puede promover la inteligibilidad de los conocimientos de física y también a través de ellos, mostrando el poderoso ingenio humano que ha rodeado a estos experimentos, motivar la iniciativa de los estudiantes. Es necesario recordar que una gran cantidad de experimentos, fundamentalmente hasta bien entrado el siglo XX, se hicieron con recursos muy modestos, algunos de ellos superados hoy por medios que están a nuestro alcance

La dimensión humanista es muy importante, pues como ya se apuntó no es necesario hacer grandes esfuerzos para darse cuenta que la ciencia en la actualidad es un componente integral de nuestro contexto social y que forma parte de los intereses personales, culturales, éticos, políticos, etc. El deterioro de los valores humanos en las sociedades que conviven el momento actual es un fenómeno que afecta a todas las naciones en mayor o menor medida. Es verdad que la formación de valores no es patrimonio exclusivo de la escuela ni de una asignatura en particular, pero esto no significa que se obvian las potencialidades de una asignatura y en particular la Física para la formación de valores (Aguilar y Alamino, 1998). Laghi (1998) ha llamado la atención sobre "la extendida reducción de la educación a los aspectos meramente técnicos y funcionales.... las mismas ciencias pedagógicas y educativas aparecen más centradas en los aspectos del conocimiento fenomenológico y de la práctica didáctica y no en los del valor propiamente educativo, centrado en los valores y perspectivas del significado profundo"

La primera acción que un docente de Física debe desarrollar para contribuir a la formación de valores en sus educandos es hacer una presentación rigurosamente científica, en el más amplio sentido de la palabra, de los contenidos que imparte y comunicar la satisfacción por la tarea que realiza. En segundo lugar no debe dejar pasar por alto la inserción, en los momentos y lugares oportunos durante su clase, de comentarios sobre posturas mantenidas por físicos relevante (positivas o negativas), para contribuir significativamente a estimular la actitud valorativa en el estudiante. Si se quiere no hablar en abstracto se puede referir el profesor al caso de Galileo, de quién cuando se explica Física no puede obviarse. Este genio es un ejemplo de constancia y dedicación a la ciencia, a su trabajo, que mantuvo en las más difíciles circunstancias, tanto desde el punto de vista económico, como por el rechazo que sus ideas tuvieron por parte de las autoridades eclesiásticas, que en aquella época se habían atribuido el poder de discernir entre lo correcto y lo incorrecto de una idea científica (Alamino, 1997). Pudieran existir



opiniones diversas en cuanto a la actitud asumida por Galileo de retractarse ante el Tribunal del Santo Oficio y esto puede ser explotado para promover la discusión y estimular el espíritu valorativo.

Newton es de esos reconocidos gigantes de la ciencia, pero su actuar ante determinadas situaciones ha recibido fuertes críticas, ¿por qué no aprovechar para fundir en una sola pieza lo que es algo indivisible, el hombre y el científico?

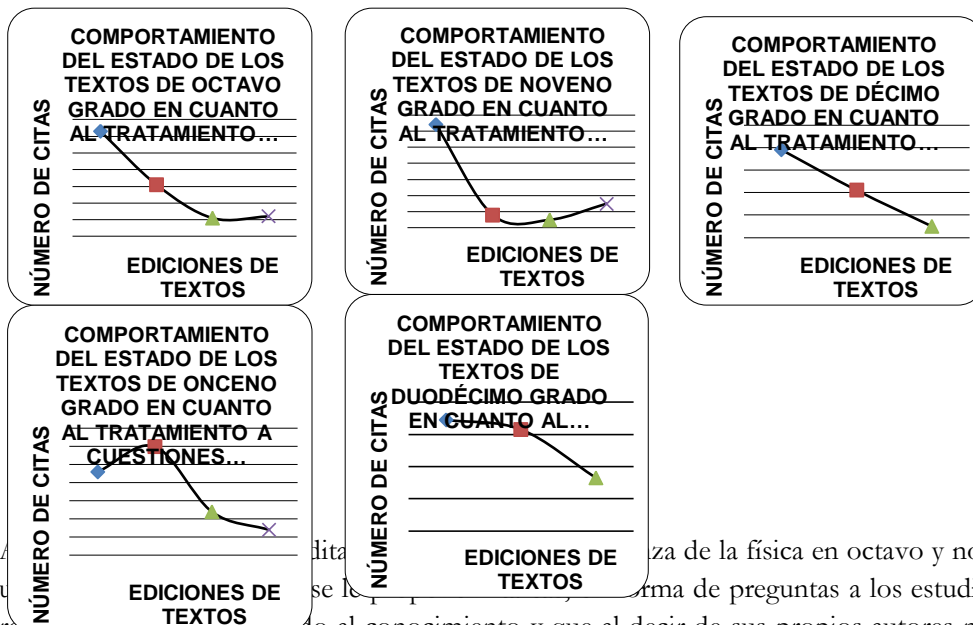
Son incontables las anécdotas, pasajes de la vida y posturas de los físicos que pudieran exponerse y que pueden servir para estimular la actitud valorativa de los estudiantes, bástenos aquí recordar unas palabras de Albert Einstein expresadas en 1936:

Guardémosno de predicar a los jóvenes el éxito en el sentido habitual como objetivo de la vida. Porque un hombre de éxito es el que recibe mucho de su prójimo, usualmente muchísimo más de lo que corresponde al servicio que presta. Sin embargo el valor de un hombre debería verse en lo que da y no en lo que pueda recibir"

LA HFC EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN CUBA. VALORACIONES Y EXPERIENCIAS

- En los textos de Física

Si antes se ha argumentado acerca de lo esencial que resulta la integración de la historia de la física en el proceso de enseñanza aprendizaje de la física, los textos que se empleen deben tener esto en cuenta, por lo cual se realizó una revisión acerca de la inclusión de al menos menciones históricas en los textos empleados en Cuba. El método que se siguió para hacer esta valoración consistió en hacer una revisión de los textos que tradicionalmente se han empleado en Cuba después de 1959 en la enseñanza de la física en el nivel medio y medio superior, comenzando por el libro de un autor soviético (Piorishkin), que fue usado en los años sesenta. En años posteriores aparecieron textos de autores cubanos de los cuales se fueron haciendo nuevas ediciones. De estos textos se han extraído las menciones a temas de historia de la física, notándose, que con el tiempo ha ido disminuyendo significativamente el tratamiento histórico de los contenidos que muestran la evolución de la física



... de la física en octavo y noveno grados, con se le... se le... forma de preguntas a los estudiantes, para que al... al conocimiento y que al decir de sus propios autores no es propiamente





un libro de texto sino un *libro de trabajo* (Valdés, at al, 2002). Estos libros de trabajo, han sido realizados con un enfoque cultural, evitando el uso de fórmulas y los contenidos que se exponen se hacen en forma muy resumida, realizándose pocas alusiones a momentos de la historia de la física, dada su condición de libro de trabajo.

Se debe reconocer que a pesar de lo anterior, para la impartición de la asignatura Historia de la Física en la formación de profesores y licenciados en física, cuestión que no ha tenido una sostenida continuidad al cambiarse los planes de estudio, se han editado libros como: La Historia de la Física: desde la antigüedad hasta el siglo XVIII, de Rolando Valdés Castro en 1987, Historia de la Física de Vladimir Daniushenkov y Nérido Corona en 1991 y Temas de Historia de la Física de Eduardo Moltó en 2001. La Facultad de Física de la Universidad de La Habana publicó en 1993, para el uso en la carrera de Licenciatura en Física, Metodología e Historia de la Física, una Selección de Lecturas, realizada por Fernando Crespo Sigler. En el 2002, se publicó un libro de orientación a los maestros, dedicado a la enseñanza de la Física Elemental, que clama por un enfoque sociocultural de la física y un acercamiento a la actividad científica en la enseñanza de la física (Valdés y otros, 2002), también en los CDs de la Carrera de Ciencias Exactas, editados por el Ministerio de Educación para su uso en las Universidades Pedagógicas, se han incluido como parte de la bibliografía, artículos de historia y filosofía de la física, como por ejemplo: Raíces históricas de la enseñanza de la física en Cuba: desde Varela a Gran un material para maestros de física e Historia, Filosofía y enseñanza de la Física, de la autoría de Diego de Jesús Alamino Ortega.

- Preparación de profesores y estudiantes en historia de la física.

Para poder lograr la integración de la HFC y la Enseñanza de la Ciencia se hace necesaria la preparación de los profesores en la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico, el entendimiento de los conceptos y teorías de la física, el conocimiento de los obstáculos y posibles dificultades de los estudiantes, la concepción de la física como empresa colectiva e histórica y sus relaciones con la tecnología, la cultura y la sociedad. Por esa razón, se examinó una muestra de veintisiete profesores de física en ejercicio de la provincia de Matanzas, fundamentalmente de la Enseñanza Media Superior, con miras a determinar su preparación en historia de la física. Se elaboraron test por asignaturas, según el grado, con las siguientes características: tres preguntas, una de enlazar hechos históricos con los científicos con que están relacionados, otra de completar espacios en blanco, seleccionando palabras previamente especificadas y la restante consistía en una ordenación cronológica de hechos. Los resultados obtenidos, como se muestran en la tabla, están por debajo de un nivel que pudiera considerarse satisfactorio, las mejores respuestas se obtuvieron en Mecánica y Electromagnetismo (10⁰ y 11⁰), esto pudiera estar dado por el hecho de que los temas de mecánica y electromagnetismo son mejor manejados por los docentes.

Tipo de Pregunta	10 ⁰	11 ⁰	12 ⁰	Leyenda
Enlazar	MB	R	R	MB: Muy Bien



Completar	R	R	M	B: Bien
Ordenar	M	M	M	R: Regular
Número de profesores encuestados	10	9	8	M: Mal

Se encuestaron estudiantes con un test de las mismas características que el de los profesores, pero con un nivel de profundidad inferior y adaptado al grado que cursaban. Los resultados obtenidos son muy desfavorables lo cual era de esperarse, si se tiene en cuenta lo que se había logrado con los profesores.

En otra oportunidad en un preuniversitario se realizó una encuesta a estudiantes de oncono grado y a profesores de Física, manteniendo las preguntas de ordenamiento cronológico y la de enlazar hecho científico con su protagonista, pero incluyendo dos nuevas preguntas, una para que se hiciera la valoración de lo que supuestamente opinaba un estudiante graduado de preuniversitario sobre la física y que se expresaba así: “algo enredado, lleno de conceptos y fórmulas que hay que aprender, teorías que nunca se sabe de dónde salieron y que no tienen nada que ver con mi vida, nombres de científicos que me costaba trabajo pronunciar y que de ellos nada conocí”. Las valoraciones de los estudiantes, apuntaron a que ese estudiante que se refería de ese modo, había recibido cursos de física en los que no se hicieron vínculos con la vida ni con el desarrollo científico técnico, tampoco se hicieron evidentes los antecedentes del contenido que se le impartió, además que no se habían realizado Prácticas de Laboratorio, ni en clase demostraciones para interesarlo, aunque se reconocía que necesariamente en la física hay fórmulas que hay que aprender y problemas que hay que resolver. La otra pregunta indagaba acerca de si el profesor creía que “introducir” aspectos de historia de la física en sus clases puede contribuir a mejorar la enseñanza de la física; todos respondieron afirmativamente y argumentaron que la historia de la física motiva y hace más interesante la asignatura, contribuye a la formación de valores, amplía el conocimiento, muestra que conceptos y leyes no están aislados de la realidad y sirve para profundizar.

- **Algunas experiencias en la escuela.**

a) Con un grupo de 21 estudiantes de oncono grado se realizó el siguiente ejercicio: se colocó en la pizarra, resuelto por su profesor, un problema de dinámica de la traslación de un cuerpo apoyado en una superficie horizontal rugosa al cual se le aplicaba una fuerza formando ángulo con la horizontal y en el cual se calculaba la aceleración del cuerpo. Se les pidió que en la solución identificaran dónde se aplicaba cada una de las leyes de Newton. El contenido lo habían recibido seis meses antes por el mismo docente. La primera reacción de los estudiantes consistió en decir que si le hubieran indicado el problema para solucionarlo lo hubieran resuelto, pero no podían identificar las leyes de Newton en la solución dada. Aunque no estaba previsto, se les recordó verbalmente las leyes de Newton para facilitarles responder lo que se les pedía. Los resultados fueron los siguientes:

Los pasos en el problema resuelto que se les presentó:

- 1- Diagrama de fuerzas o cuerpo libre.
- 2- Descomposición de fuerzas según el sistema de referencia.
- 3- Sumatoria de fuerzas para cada uno de los ejes coordenados.
- 4- Relación $f_r = \mu N$



El quinto y los demás pasos, se correspondían con la operatoria matemática.

Solo cuatro estudiantes asociaron la tercera ley con el paso 1, y ocho adjudican la segunda ley al paso 3, las demás respuestas fueron erráticas, hubo quienes colocaron la segunda ley en todos o la mayoría de los pasos del problema, al igual que la tercera, y muchos asocian la operatoria matemática a las leyes de Newton. Esto es muestra de la forma mecánica, funcional y algorítmica en que se produce el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

b) En el Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas (IPVCE) "Carlos Marx", se conformó una Sociedad Científica Estudiantil para que a partir de hechos y nombres relacionados con la física, hicieran una investigación histórica, cuyo resultado sería la conformación de un folleto con la información que se lograra obtener. Sirviendo de base el folleto confeccionado por los estudiantes y otros materiales existentes en la biblioteca, se impartió un curso usando el tiempo que debe dedicarse a los Programas Complementarios. Los temas del curso fueron preparados por los propios estudiantes y debatidos en forma de Seminarios. Los debates fueron muy interesantes ya que los estudiantes mostraron mucho afán por aprender y conocer la historia de la evolución de los hechos de la física.

Después de esta etapa preparatoria se llevaron estas experiencias directamente a clase, tomando para ello un grupo experimental e incluyendo en el momento idóneo de la clase y coherente con la didáctica, las valoraciones históricas. Como resultado de este proceder se obtuvo: que se le facilita al los estudiantes identificar las leyes y expresarlas, así como las unidades de medida, también estos logran una mayor profundidad en el conocimiento y se motivan por la adquisición del mismo, lo cual condujo a elevar la calidad en el aprendizaje.

c) Otra experiencia fue desarrollada en el nivel de Secundaria Básica, para la que se seleccionaron aleatoriamente dos grupos de octavo grado de treinta y treinta y dos estudiantes: uno de control y otro experimental. Se comenzó por un diagnóstico inicial consistente en una pregunta abierta en la que se le pedía a los estudiantes qué comentarían un acontecimiento científico o de un científico en particular, relacionado con lo impartido por el profesor en clase. Los resultados fueron los siguientes: una respuesta correcta, dos respuestas incompletas, catorce con errores históricos y los restantes no contestaron.

La forma en que se desarrolló la experiencia consistió en presentar la física a los estudiantes apoyándola en comentarios acerca de los hechos científicos con los que se relacionan, así como haciendo comentarios de la vida y obra de científicos.

Como era de esperarse los alumnos del grupo de control debían lograr un mayor conocimiento de los aspectos históricos pero además se ha podido comprobar que los alumnos del nivel de Secundaria Básica responden muy favorablemente, de forma similar a los de Preuniversitario, cuando se les enseña la física contextualizada con la historia, de modo tal que se motivan por el aprendizaje de esta ciencia y logran mejor aprovechamiento de la asignatura.

CONCLUSIONES

- Se ha argumentado a favor de la integración de la HFC y la EC, siguiendo opiniones de prestigiosos científicos y educadores, precisando el significado que los autores dan al los conceptos de integración y de historia de la ciencia.



- En el breve recorrido realizado por los modelos o propuestas de enseñanza-aprendizaje se ha podido apreciar que el conocimiento de la HFC resulta un componente esencial en el proceso de enseñanza aprendizaje.
- De lo argumentado antes se deriva que el profesor de física, en su formación, debe prepararse en HFC, no con el sentido de incrementar su bagaje cultural sino para su integración a la enseñanza de la física. Actualmente aún no se logra este objetivo como se demostró en el test realizado.
- Como resultado de las experiencias docentes llevadas a cabo, se comprobó la factibilidad y la viabilidad del tratamiento histórico de los contenidos de la física en clases. Si solo se atiende a los conceptos, teorías y fórmulas, lo que constituye la extendida visión operacional de la enseñanza de la física, se está afectando a los estudiantes en la comprensión del desarrollo conceptual que condujo a ecuaciones, teorías y conceptos como último resultado.

Referencias

- Aguilar, Y. y Alamino, D. (1998). Potencialidades de la asignatura Física para la formación de valores. V Taller Internacional sobre enseñanza de la Física, y I Taller Internacional sobre enseñanza de la Química, la Matemática, la Biología y la Geografía, IPLAC, La Habana diciembre 7-11.
- Alamino, D de J. y Piñón, A. (1996). Concepciones alternativas sobre calor y temperatura en alumnos de octavo grado, Taller Internacional, La Enseñanza de la Física, julio 3-6 Matanzas.
- Alamino, D. (1997). El Diferendo de Galileo con la Iglesia. Palabra Nueva, Arquidiócesis de La Habana, Año VI, No. 60. Septiembre.
- Alamino D. de J. (2013). Félix Varela y la inauguración de la educación científica en Cuba. Revista Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Vol.15 No.2 mayo-agosto 2013 pp. 127-144
- Asúa, M. de (1997). Los Trabajos de Clío: La Historia y la Filosofía de la Ciencia aplicadas a la Enseñanza de la Ciencia, Educación en Ciencias, Vol. 1, No. 1.
- Baracca, A. y Navarro, L. (1997). La Historia de la Ciencia en la enseñanza de la ciencia Libro de Resúmenes, Taller Iberoamericano de Enseñanza de La Física Universitaria, Universidad de La Habana, enero 20-24, 204-205.
- Bevilacqua, F. y Kennedy, P.J. Editores, Proceeding of the International Conference Using History of Physics in Innovative Physics Education, 5-6 septiembre 1983, Pavia Italy, Printed By Edicione "La Goliardica Pavese".
- Bunge, M. La ciencia, su método y su filosofía, www.philosophia.cl/Escuela de Filosofía Universidad ARCIS.
- Daniushenkov, V. y Corona, N. (1991). Historia de la Física. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- Duschl, R. (1985). Science Education and Philosophy of Science, Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development", School Science and Mathematics 87 (7), 541-555.
- Freire, Olival Jr. (2001). A relevância da Filosofia e da História das Ciências para a formação dos professores de ciências, IX Encontro Nacional de Educação em Ciência na Escolaridade Básica, Viseau, Portugal, 18 e 20 outubro.
- García, G. (1978) "Bosquejo Histórico de la Educación en Cuba", Editorial de Libros para la Educación, La Habana.
- Gil, D. (1993) Contribución de la Historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 11 (2), 197-212.



- Hacyan, S. (2002) Cuando la Ciencia nos alcance. Fondo de Cultura Económica, México D.F.
- Laghi, P. (1998). La Educación al Servicio de la Persona Humana. Vitral. Centro Católico de Formación Cívica y Religiosa de Pinar del Río julio-agosto, año V, No. 26.
- Matthews, M. R. (1992). History Philosophy, and Science Teaching: The Present Rapprochement. *Science & Education* **1**, 11-47.
- Matthews, M. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: Un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias* **12** (1).
- Monroy, Z. (2009). Filosofía e historia de la ciencia: su relevancia para la enseñanza de la ciencia, en *Epistemología, psicología y enseñanza de la ciencia*, Eds. Zuraya Monroy Nasr y Rigoberto León Sánchez, UNAM, México D.F.
- Moltó, E. Breve estudio de algunas concepciones acerca de la ciencia y su reflejo en la enseñanza de las ciencias, CD de la carrera de Ciencias Exactas. Ministerio de Educación.
- Moreira M.A. (1994). II Simposio sobre Investigaciones en Educación en Física, Buenos Aires, 3 al 5 de agosto.
- Piaget, J. y García, R. (1992). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*, Siglo Veintiuno Editores, S.A. de C.V., México DF
- Valdés, R. (1987). *La Historia de la Física: Desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII*, Editorial Pueblo y Educación; La Habana.
- Valdés, P. et al. (2002). *Enseñanza de la Física Elemental*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana.