



**Revista Tecné, Episteme y Didaxis.** Año 2018. Número **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

## **Reflexiones en torno a la importancia de la investigación en enseñanza de la física cuántica**

Cuesta Beltrán, Yeison Javier<sup>1</sup>  
Mosquera Suárez, Carlos Javier<sup>2</sup>

### **Resumen**

Este artículo pretende exponer algunas reflexiones en torno a la importancia de la investigación en enseñanza de la Física Cuántica, a través de dos aspectos: el impacto generado por este saber en la sociedad y *la enseñanza de este conocimiento en los entornos escolares. La reflexión conlleva a que la investigación en la enseñanza de la Física Cuántica favorece la alfabetización científica en la ciudadanía.*

**Palabras claves:** Enseñanza, Física Cuántica, Ciudadanía, Educación en Ciencias

**Categoría:** Reflexiones y/o experiencias

**Línea de Trabajo:** Educación en ciencias para la formación ciudadana.

### **Introducción**

El mundo nunca será el mismo después del artículo de Max Planck, en el que se planteó la cuantización de la energía de un cuerpo negro radiante; el artículo seminal de Planck fomentó una revolución profunda en nuestro pensamiento acerca de la física, en las bases de la ciencia, de su epistemología y de la filosofía, lo extraño es que a pesar de esta gran revolución, la física se sigue enseñando como en 1900; ya son cien años desde el surgimiento de las ideas tempranas de la Física Cuántica y aún en los salones de clases no se ha sentido, ni se ha incorporado a nuestros currículos, es un problema que vale la pena abordar (Villaveces, 2000). El lector podría preguntarse por qué iniciar parafraseando a Villaveces, más cuando el autor plantea tan profundas, fuertes y concretas posiciones con respecto a la Física Cuántica (FC) y su enseñanza, una introducción un poco agitada que podría causar controversia, no obstante, la respuesta que surgiría al hipotético interrogante sería: se aborda a Villaveces ya

---

<sup>1</sup> Doctorando en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, DIE, [yjcuestab@correo.udistrital.edu.co](mailto:yjcuestab@correo.udistrital.edu.co)

<sup>2</sup> Doctor en Didáctica de las Ciencias, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, DIE, [cmosquera@udistrital.edu.co](mailto:cmosquera@udistrital.edu.co)



que a través del análisis de ciertas ideas del autor se apostará por acercar al lector algunas reflexiones con respecto a la importancia de la investigación en Enseñanza de la FC.

A continuación se proponen algunas preguntas emergentes al trabajo de Villaveces (2000), interrogantes que tienen como propósito orientar elementos claves para la reflexión.

### ***¿Por qué el mundo no fue igual después del trabajo de Planck?***

La energía es un concepto emergente en la tradición de la física clásica pero a su vez es un detonante fundante de la FC, dado que la problemática desencadenadora o sea "la Crisis" como es denominada por Kunh (1971), se presentó en torno a la emisión y la absorción de energía radiante de cuerpo negro, que no se logró explicar por medio del modelo clásico de emisión de energía continua de una fuente de radiación. La ausencia de explicación de la radiación de cuerpo negro a través de las leyes de la mecánica, la termodinámica y el electromagnetismo, hicieron que el científico alemán Max Planck en 1900 en intentos desesperados desarrollara planteamientos diferenciados a los expuestos por la tradición científica, con el fin de acercarse a la explicación de la emisión y la absorción de energía de un cuerpo radiante.

Planck propuso transformaciones estructurales en torno a las características de la emisión y la absorción de radiación de energía, planteando según él un buen artificio matemático que satisfacía parcialmente la explicación del fenómeno, sin embargo, él no se daba cuenta de la trascendencia de su aporte, que más tarde se interpretaría como la cuantización de la energía, es decir que la emisión y la absorción de radiación de la energía mantiene carácter discreto (en paquetes). Planck al cuantificar la energía radiante sembró el primer avance para el desarrollo de la FC, un cambio de paradigma con respecto a la tradición clásica de la física.

El mundo no fue igual después del trabajo de Planck pues este dio inicio a una revolución, que desencadenó una nueva manera de pensar y de abordar la física, que influenció los estudios de Einstein, Bohr, Heisenberg, Schrödinger entre otros científicos, que han generado profundos desarrollos y nuevas perspectivas acerca de los fenómenos, posibilitando la consolidación de una rama de la física, la FC.



La FC es una revolución, en términos de Kunh (1971) un cambio de paradigma con respecto a la física clásica, su aceptación fue compleja en la comunidad científica, no es fácil modificar el pensamiento tradicional, se necesita tiempo, pues se requiere la maduración del nuevo paradigma, para ello hay que enfrentar múltiples dudas e insatisfacciones. La FC ha adquirido reconocimiento especial debido a la aplicación de sus planteamientos para el desarrollo de tecnologías revolucionarias como el láser, la resonancia magnética nuclear, el transistor entre otros, avances que han permitido progreso en el área de la salud, la ingeniería y otros campos del saber que han impactado directamente la sociedad. No obstante, y sin el ánimo de desmeritar la influencia de la FC en el desarrollo tecnológico, no se reconoce exclusiva importancia a la FC por su "productividad instrumental", sino que se da valor cultural a la FC por permitir nuevas formas de pensar.

### ***¿Por qué la FC revolucionó las bases de la ciencia?***

La física previa al surgimiento de la FC se denomina física clásica. La física clásica se considera determinista, el determinismo señala que la evolución de un sistema físico se puede caracterizar a través de un conjunto de leyes definidas que logran a partir de una causa explicar todo lo que sucede, ha acontecido y pasará en dicho sistema. La FC por otro lado desde sus fundamentos es indeterminista, las leyes que la rigen principalmente poseen orientación probabilística, pero es el principio de incertidumbre de Heisenberg el que enmarca un hito, pues de este se deduce que existe una falta de exactitud para caracterizar al mismo tiempo la posición y el momentum de una partícula, pues si se obtiene un valor aceptable para la posición en un tiempo determinado, para ese mismo tiempo difícilmente se obtendrá un valor aceptable de momentum. La FC generó un quebrantamiento epistemológico en física y en general en las ciencias naturales, debido principalmente al rompimiento de la noción del determinismo científico. La FC expuso maneras distintas de abordar, observar, analizar y predecir fenómenos, una nueva forma de pensar en ciencias, un nuevo paradigma.

Planteamientos revolucionarios de la FC como: la cuantización de la energía, el principio de incertidumbre, la paradoja del gato de Schrödinger, el entrelazamiento cuántico, entre otras construcciones conceptuales, han generado múltiples interpretaciones al interior de la disciplina, y a su vez en otras áreas del conocimiento en las que se han planteado profundas argumentaciones en torno a este saber. La FC ha generado nuevos enfoques debido a sus implicaciones, discusiones e incertidumbres, desde donde se



**Revista Tecné, Episteme y Didaxis.** Año 2018. Número **Extraordinario.** ISSN **impreso:** 0121-3814, ISSN **web:** 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

elaboran discursos como la filosofía de la incertidumbre, la no causalidad, la indeterminación, lo que para algunos teóricos cuestiona hasta la misma concepción de realidad. No se trató únicamente de una revolución dentro del campo de la física, sino que los conceptos básicos de todas las ciencias, de todo nuestro conocimiento de eso que llamamos "mundo exterior", "naturaleza", "realidad", tuvieron que ser reconsiderados (García, 2000).

### ***¿Cómo es la relación entre la FC y los entornos escolares?***

Esta pregunta es compleja dada la diversidad de los entornos culturales y escolares, no obstante, para intentar acercarse a este interrogante se recurrirá a la literatura para establecer un panorama.

Gil, Senent y Solbes (1987) y Greca (2000) sugieren incluir la física moderna en los currículos de física del bachillerato. Stefanel (1998) expresa que incluir el estudio de la FC en la secundaria puede generar motivación en los estudiantes. Los argumentos de los autores implícita o explícitamente señalan que poco se enseña la FC a la población estudiantil que cursa el bachillerato, no obstante, autores como Elgue (2015) presenta alternativas de enseñanza de la FC para estudiantes de este nivel. Lo que lleva a pensar que existen iniciativas didácticas para acercar la FC a esta población. Stefanel (1998) señala que un limitante para la inclusión de la FC en los currículos de ciencias, es la imposición de temas específicos propuestos por las evaluaciones oficiales estandarizadas, que en la gran mayoría de los casos no involucran a la FC.

A nivel universitario algunas carreras relacionadas con ciencia y tecnología incluyen en sus currículos la enseñanza de la FC. Cid y Dasilva (2011) y Fanaro (2009); señalan que cuando se aborda de manera netamente algorítmica la FC, por lo general surgen dificultades para los estudiantes pues el alto nivel de abstracción los pone en aprietos, más cuando las bases matemáticas de los educandos no es sólida. Solbes, Bernnabeu, Navarro y Vento (1988) y Greca (2000) indican que en la formación de profesores de ciencias o de científicos se aborda la FC desde una perspectiva con orientación matemática instrumental, con poca reflexión conceptual acerca de lo que se está haciendo, sin adentrar en su significado; la problemática se agudiza al saber que buen número de estos profesionales en formación a futuro enseñarán de la misma manera a sus estudiantes, generando un proceso en cadena.



**Revista Tecné, Episteme y Didaxis.** Año 2018. Número **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

Según lo evidenciado en la literatura la perspectiva es que la enseñanza de la FC presenta profundas dificultades, razón por la que surge el siguiente apartado.

### ***¿Vale la pena investigar la enseñanza de la FC?***

La poca presencia de la FC en los currículos de física de bachillerato configura en la educación en ciencias un fenómeno interesante por abordar, sobre el cual vale la pena preguntarse: ¿Para qué enseñar en el bachillerato este saber?, ¿por qué no se incluye la FC en todos los currículos de física del bachillerato? ¿De qué manera se enseñaría la FC a esta población? ¿Qué se debería enseñar de la FC a estos estudiantes? ¿Qué dificultades surgirán en los educandos al enfrentar diversos enfoques de enseñanza de la FC? ¿Qué dificultades tendrán los profesores para enseñar este conocimiento? Los interrogantes son generadores de marcos de investigación en enseñanza de la FC que pueden posibilitar reflexiones en la educación en ciencias.

Los entornos universitarios donde se enseña FC no escapan a las dificultades en el proceso de formación de este saber, han emergido diferentes problemáticas con la enseñanza de contenidos específicos, con el enfoque que se le da a los cursos, con la ausencia de reflexión conceptual y sus implicaciones, con la falta de análisis a los algoritmos abordados, con la pérdida y deserción en estas asignaturas, con ciertas orientaciones propuestas por los libros de texto, con la replicación de errores conceptuales, con la falta de unanimidad para organizar los contenidos temáticos en las asignaturas. Las problemáticas que enfrenta el proceso educativo de la FC son considerables, la enseñanza de la FC es un reto investigativo para la Educación en Ciencias.

Vale la pena investigar en enseñanza de la FC abordando sus problemas con el propósito de consolidar marcos conceptuales y elementos teóricos que orienten posibles soluciones a las dificultades, permitiendo favorecer las prácticas de enseñanza de este saber y la apropiación del mismo. Pero por qué es importante que las personas construyan conocimientos mínimos acerca de FC, según Coll (2012) la ciencia afecta la vida de todos los humanos, motivo por el que es necesario que la población se alfabetice en ciencias, con el fin de establecer posturas críticas frente al desarrollo científico y su impacto. Razón por la que es conveniente que el ciudadano de a pie reconozca algunos aspectos de la FC y de sus implicaciones en el avance social y cultural.



**Revista Tecné, Episteme y Didaxis.** Año 2018. Número **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

## Referencias Bibliográficas

- Coll, R. (2012). Foreword. En M. Khine. (Ed.), *Advances in Nature of Science Research Concepts and Methodologies* (pp V). New York, United States of America: Springer Science & Business Media.
- Cid, M., y Dasilva, A. (2011). Modelos atômicos: Ensino contextualizado?. *Boletim das ciências*, 24(73), 1-23.
- Elgue, M. (2015). *Enseñanza y aprendizaje de aspectos fundamentales de Física Cuántica en la escuela secundaria a partir del estudio de la luz* (tesis de doctorado). UNCPBA, Tandil, Argentina.
- Fanaro, M. (2009). *La Enseñanza de la Mecánica Cuántica en la Escuela Media* (tesis doctoral). Universidad de Burgos, Burgos, España.
- García, R., (2000), *El conocimiento en construcción de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*, Barcelona, España: Gedisa Editorial.
- Gil, D., Senent, F., y Solbes, J. (1987). La introducción a la física moderna: un ejemplo paradigmático de cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias, extra*(1), 209-210.
- Greca, I., (2000). ¿Es posible hacer comprensible La Mecánica Cuántica?. *Revista de Enseñanza de la Física*, 13(2), 13-19.
- Kunh, T. S., (1971), *La estructura de las revoluciones científicas*. (A. Contin, Trad.). México DF, México: Fondo nacional de cultura económica. (Trabajo original publicado en 1962)
- Solbes, J., y Bernabeu, J., Navarro, J., y Vento, V. (1988) Dificultades en la enseñanza/aprendizaje de la física cuántica. *Revista Española de Física*, 2(1), 22-27.
- Stefanel, A. (1998). Una experiencia en el marco de la introducción de la física cuántica en la escuela secundaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 11(2), 35-44.
- Villaveces, J. (2000). La enseñanza de la física a los cien años de la mecánica cuántica. *MOMENTO-Revista de Física*, (21), 1-6.