



La Producción de Conocimiento: Una Reflexión en torno a la Didáctica de la Mecánica Cuántica

Yolanda Céspedes

Universidad Santo Tomás

nellycespedes@ustadistancia.edu.co

Chile

RESUMEN

La didáctica de la mecánica cuántica es un campo del conocimiento en física que proporciona elementos de análisis y construcción de los procesos de enseñanza – aprendizaje que debe atravesar la frontera de la producción de conocimiento, que permite acercar a los individuos a la formación académica en cualquier disciplina, por tal razón se deben plantear bases epistemológicas que proporcionen las explicaciones pertinentes para lograr cambios en la apropiación del conocimiento, es decir, una reformulación de los contextos en cuanto a los aspectos del lenguaje físico propios de una disciplina como la mecánica cuántica. El propósito de esta ponencia es mostrar los diferentes enfoques de la Mecánica Cuántica aportando perspectivas de investigación educativa para la comprensión de un fenómeno físico.

Palabras clave: modos de pensamiento, mecánica cuántica, procesos conceptuales.

RESUMO

O ensino da mecânica quântica é um campo de conhecimento em física que fornece análise e construção elementos do ensino - aprendizagem para ser além dos limites da produção de conhecimento, o que permite que os indivíduos trazem formação acadêmica em qualquer disciplina, por isso temos de levantar os fundamentos epistemológicos que fornecem explicações para as mudanças na apropriação do conhecimento, ou seja, uma reformulação do contexto em termos dos aspectos físicos da própria língua de uma disciplina como a mecânica quântica. O objetivo deste artigo é mostrar as diferentes abordagens da mecânica quântica fornecendo perspectivas de investigação educacional para a compreensão de um fenômeno físico.

Palavras-chave: modos de pensar, a mecânica quântica, processos conceituais

INTRODUCCIÓN

Toda actividad educativa se puede desarrollar de forma individual, pero la enseñanza de un conocimiento necesita de un compartir de saberes que proporcionan en la formación de un sujeto que conoce, analiza y describe el mundo que lo rodea. De este modo, el proceso de conocer se destaca porque utiliza un lenguaje y un sistema de signos, que se consideran representaciones únicas las cuales



muestran la necesidad de interpretar su realidad desde la adaptación de los saberes al conocimiento colectivo.

La construcción de los hechos científicos se destaca por la relación establecida a través de la formulación de hechos en contexto, es decir, de acuerdo a la situación de aprendizaje se generan una serie de conocimientos ubicados en un contexto cotidiano y uno de carácter científico, este último demuestra que la experiencia científica depende de saberes previos trabajados, que simplemente lo que indica el sentido común.

Por lo tanto, al considerar procesos de experimentación como el resultado de las intervenciones sobre la realidad para convertirla en científica, es decir, al sumar los hechos reales con los hechos científicos se apoya la construcción de los diferentes saberes a través de la formación de una teoría considerada como un constructo humano, mientras que los hechos cotidianos se pueden definir como una porción de la realidad descrita por los experimentos comunes asociados a los avances y el progreso de una ciencia particular.

En este contexto, los procesos de construcción de conocimiento escolar en la enseñanza de una disciplina como la física, están ligados a la necesidad de percibir una nueva mirada conceptual que permita concepciones epistemológicas que abandonen las posturas clásicas, las cuales han sido propuestas desde Newton. Este planteamiento se ha encargado de explicar el movimiento y las interacciones de los objetos desde lo macroscópico y lo absoluto, en donde el tiempo y el espacio son los ejes fundamentales en el funcionamiento de los objetos y la naturaleza, mientras que el mundo actual no puede seguir comprendiéndose desde esta perspectiva en donde cobra una mayor importancia la enseñanza de la física moderna a través de la exploración didáctica por medio de nuevos campos dados por la Mecánica Cuántica.

Uno de los enfoques que permite esta exploración se encuentra propuesto en la producción de conocimiento, la cual debe procurar por procesos de generación de nuevas ideas en donde se presenta la transición entre el modo 1, que hace referencia a los conocimientos básicos de todas las disciplinas, al modo 2 que proporciona cambios e innovaciones en el desarrollo de las mismas a través de las diferentes formas de acercamiento al hecho de conocer el contexto, donde se desarrollan los conocimientos sobre el funcionamiento de la naturaleza física.

Lo cual permite plantear la siguiente pregunta ¿Cuál es la necesidad de contextualizar la producción de conocimiento en la construcción de procesos didácticos de enseñanza en la física?, este cuestionamiento nos lleva a reflexionar sobre los cambios conceptuales fundamentados en una nueva producción de conocimiento, que se deben convertir en una dinámica de investigación que apunte a los nuevos retos de la educación globalizada del siglo XXI.

El desarrollo de este enfoque permitirá establecer una ruta de conocimiento que proporcione una serie de conocimientos validos dentro de un contexto moderno, los cuales establezcan las



diferentes relaciones de enseñanza y didáctica apreciables en la construcción de un concepto dentro de una disciplina de ciencias como es el caso de la mecánica cuántica.

Desde esta perspectiva, al hablar de producción de conocimiento se pueden distinguir formas de acercamiento al proceso de conocer, entonces al hablar del modo 1, las teorías de la física clásica han descrito el comportamiento de la naturaleza a lo largo del desarrollo de conocimiento en la disciplina de forma determinista, es decir, todas las observaciones que se realizan sobre los fenómenos se explican de forma concreta, controlando las explicaciones y las posibles refutaciones sobre el estudio de cada fenómeno analizado.

Gibbons (1997), propone la necesidad de plantear una teoría consistente a partir de cambios desde el aspecto científico y el tecnológico, en donde el proceso de adquisición de conocimiento debe sobrepasar las fronteras de la disciplina y permitir el desarrollo de un conocimiento renovado y fundamentado en una herramienta indispensable en la solución de situaciones problemáticas, las cuales conducen a una serie de investigaciones con resultados probados en contexto.

De esta manera, el modo 2 asegura una transición constante desde lo teórico y lo práctico que conlleva a lo fundamental y lo aplicado, es decir, los aspectos fundamentales de una teoría como el caso de la mecánica cuántica deben mostrar las necesidades epistémicas, lo que permite pensar en una producción de conocimiento ligado a los fundamentos del aprendizaje colectivo que reconozca procesos evolutivos de calidad académica.

Aspectos teóricos de la producción de conocimiento

El cambio de programa de investigación proporciona herramientas de carácter conceptual que permiten la construcción de significados y significantes para la construcción de saberes en contexto, como lo afirma Lakatos (1989) Por tanto, podemos decir que hay que exigir que cada etapa de un programa de investigación incremente el contenido de forma consistente; dichas etapas constituyen un “*cambio de problemática teórica consistentemente progresivo y un cambio empírico intermitente progresivo*”.

Siendo este un caso de estudio en la enseñanza de las teorías de la mecánica newtoniana y la mecánica cuántica, que se relacionan en la interpretación de una serie de conceptos que modifican la comprensión de los fenómenos naturales y tecnológicos sobre una amplia gama de posibilidades en el conocimiento de la realidad.

Para Gibbons (1997) “El modo 2 crea, pues, un ambiente novedoso en el que el conocimiento fluye más fácilmente a través de las fronteras disciplinares, en el que los recursos humanos son más móviles y la organización de la investigación es más abierta y flexible”; lo que se propone bajo esta mirada de programa de investigación innovador es una reformulación de la didáctica de las disciplinas



de las ciencias y de los procesos de enseñanza para escenarios y estudiantes del siglo XXI, en donde la tecnología está a la vanguardia de las necesidades y aprendizajes.

De este modo, la física se enfrenta a un cambio de estructuras que manifiestan una necesidad primordial dinámica al poseer características y modos específicos de tratamiento que establece el trabajo en contextos problematizadores, en donde se evidencia la importancia de la transdisciplinariedad como un mecanismo de acercamiento al saber que permite integrar los procesos cognitivos con la forma de orientar una investigación, su comunicación y su evaluación de resultados.

Entonces, al buscar una definición de transdisciplinariedad se puede decir que un proceso transdisciplinario de conocimiento es un contexto de aprendizaje que evidencia procesos de comprensión de saberes aplicados con un fin común, basados en un desarrollo de ideas descritas por medio de generalizaciones y características de los fenómenos observados.

Según Pérez (2008), la transdisciplinariedad constituye uno de los fundamentos que se interesa en la dinámica de conocimiento de la realidad a través del estudio de los diferentes saberes en contexto, desde la concepción científica y la interacción entre las disciplinas a través de las conexiones metodológicas y conceptuales que dan origen a nuevos conocimientos.

De este modo, al analizar la nueva producción de conocimiento los esfuerzos deben centrarse en el estudio de las fundamentaciones teóricas, las cuales proporcionan los elementos necesarios para comprender las bases de una teoría emergente y sus diferentes procesos de enseñanza.

Según Ramírez y González (2000), un fenómeno físico se organiza a partir de estructuras conceptuales construidas por cadenas de pensamientos complejizadas y organizadas de acuerdo a sus relaciones y elementos centrales; por esta razón, es evidente plantear un cambio de programa de investigación que posibilite una nueva imagen de ciencia y estrategias de enseñanza.

Una teoría en física hace referencia a un sistema de conocimientos que se interpretan en ambientes conceptuales que corresponden a un programa de investigación donde se integran principios, supuestos teóricos y leyes que responden al análisis de un fenómeno que debe ser estudiado desde las bases teóricas.

Desde esta perspectiva, una teoría presenta una serie de elementos que abarca la base empírica que se refiere a los hechos y al conjunto de fenómenos que se pretenden explicar, desde el uso del lenguaje y las formas comunicables que se utilizan en el conocimiento de los hechos físicos, desde la observación, la medición y la comprobación con los experimentos.



Según Harlen (2007), al explicar el efecto de una teoría se puede afirmar que un principio y una teoría, se relacionan con generalizaciones que permiten describir las características, los conceptos y la construcción de ideas que surgen a partir de las observaciones de un fenómeno.

De acuerdo a lo anterior, al construir un concepto científico se crea un enlace entre lo concreto y lo abstracto que identifica al objeto idealizado, el cual introduce el concepto de las magnitudes fundamentales y secundarias que describen la correspondencia entre la teoría y sus bases fundamentales de conocimiento.

De esta forma, aparecen en la escena de la teoría el principio de simetría que establece los diferentes marcos de referencia sin cambiar la teoría física, y el principio de conservación que proporciona un referente de magnitudes que permanecen invariantes; lo que fundamenta la inclusión de cantidades conocidas como magnitudes fundamentales, usadas en cualquier modo de producción de conocimiento, debido a que en mecánica clásica o mecánica cuántica es necesario expresar cantidades a través de las magnitudes fundamentales y sus unidades de medida.

En los límites de validez de la física clásica generan que las magnitudes físicas sean comparadas entre sí, lo cual implica que la interacción entre las partículas y los significados de cada variable física desde la interacción electromagnética, y las interacciones de hadrones y demás partículas atómicas no puedan estudiarse únicamente con unidades y conceptos de la mecánica clásica. En estas condiciones, se puede establecer la validez de los límites de la mecánica cuántica en la aplicación de la constante de Planck y sus diferentes órdenes de magnitud, ya que la introducción de esta cantidad física permite la explicación de los fenómenos de la luz y su comportamiento como onda y/o partícula.

Ramírez y González (2000), afirman “Las viejas teorías se vinculan con las nuevas teorías, estos vínculos se ven en los casos límites, ejemplo si la velocidad tiende a cero o al infinito, es un concepto que necesita de una explicación propia de los contextos modernos, aunque sin desconocer los conceptos clásicos. La interpretación de una teoría está muy relacionada con la explicación y predicción”; esto implica que se puede vincular un cambio de programa de investigación como una respuesta a la explicación de un fenómeno físico.

Dentro de las explicaciones de los fenómenos, es importante considerar un sistema didáctico que permita utilizar enfoques de conocimiento los cuales determinen los procesos de acercamiento al saber concreto de una disciplina, como es el caso de la física.

Según Campelo (2003) “el Sistema Didáctico para la enseñanza –aprendizaje de la Física es: Un conjunto de elementos que se encuentran en completa interacción y que posee una lógica interna característica”, lo anterior permite reconocer la necesidad de considerar un nuevo modo de producción de conocimiento que se detenga a pensar y reconstruir los conceptos formulados desde los fenómenos y no solamente su formalismo matemático.



Para definir un sistema, es necesario unirlo a los contextos en donde se desarrollan las ideas, adaptados a un producto que proporcione la solución a problemas de conocimiento teóricos, por medio de estrategias útiles determinadas en la interacción y producción de conocimientos.

Rosnay (2000), afirma “En conclusión, quisiera insistir en la complementariedad entre enfoque analítico y enfoque sistémico.”, esto significa que un cambio de programa de investigación no debe abandonar en su totalidad las posturas clásicas sino relacionar los saberes aprendidos con el fin de lograr una aprehensión de conocimiento. De acuerdo con Morin (2000), para conocer una teoría es necesario introducir el concepto de sistema que conduce a una organización pertinente de los aprendizajes, por lo tanto, conocer el todo no es suficiente para conocer las partes y viceversa.

El enfoque analítico hace referencia al formalismo teórico y matemático que se puede encontrar al interior de una teoría física, mientras que el enfoque sistémico proporciona una visión integradora de los conocimientos presentados en una teoría.

Una evolución en la construcción de una nueva teoría física, se fundamenta en momentos de crisis que dan origen a cambios en los programas de investigación, las cuales proporcionan una mirada holística de los fenómenos a estudiar y además implica una serie de modificaciones provistas de cambios apreciables en cada interacción teórica y en las reflexiones que analizan cada fenómeno.

De acuerdo a lo anterior, Porlan (2000), afirma que “Un modelo capaz de desplazar al modelo transmisivo tradicional debe dar respuesta a dos cuestiones básicas: favorecer la racionalidad de la práctica escolar y las perspectivas e intereses de los actores de la escuela”

El razonamiento científico está fundamentado en procesos de racionalidad y concordancia entre observaciones y experimentos, lo que establece una de las premisas básicas de esa ruptura entre la mecánica newtoniana y la mecánica cuántica en la explicación del comportamiento de las partículas, porque en la mecánica clásica se consideran objetos observables que se les puede catalogar posiciones en determinados tiempos mientras que en la mecánica cuántica no se les puede determinar con certeza su posición en cualquier instante de tiempo dado.

Desde este punto de vista, Porlán (1998) hace una referencia al debate protagonizado por la didáctica de las ciencias experimentales y las no experimentales, partiendo de principios básicos como ha sido el hecho de caracterizar el conocimiento científico y las otras formas de conocimiento que caracterizan a las demás ciencias.

Este contraste epistemológico al que se refiere Porlán (1998) está fundamentado en la concepción de las disciplinas maduras y las jóvenes, en donde la didáctica ha sido considerada como una disciplina emergente, que posibilita los nuevos mecanismos de enseñanza – aprendizaje de un saber dado. De este modo, el conocimiento en el contexto escolar proporciona un análisis de la producción



de saberes, que tienen como punto de partida el conocimiento cotidiano, la posición del docente, los intereses de los estudiantes y las diferentes concepciones que se tienen en la sociedad sobre el quehacer científico.

En este recorrido, Porlan (2000) afirma “El conocimiento escolar en la enseñanza de las ciencias se entiende como una aproximación gradual y progresiva al saber, como una orientación sobre el camino a seguir”; esto permite entender la necesidad de plantear una nueva producción de conocimiento que evoluciones y proporcione elementos contextualizados al docente en la construcción de conceptos, donde los aspectos clásicos ya no pueden dar una respuesta concreta.

Hablemos de didáctica y su papel en la explicación de fenómenos de la mecánica cuántica

Los orígenes de la didáctica se sitúan en los años cincuenta en el campo de la enseñanza de las ciencias que impulsaron el crecimiento científico y tecnológico de países anglosajones, este movimiento académico dio como resultado un desarrollo conceptual de la didáctica en los ámbitos de la educación.

La didáctica proporciona aportes desde la epistemología de las ciencias a través de reflexiones sobre la naturaleza de las teorías científicas en los procesos de observación, interpretación e intervención de la realidad, por esta razón, la didáctica se ha ubicado en tres etapas que le han permitido evolucionar a lo largo del estudio de las ciencias.

La etapa predisciplinar que se ubica en una visión deformada de la ciencia, es decir, las ciencias deben ubicarse en un desarrollo tecnológico; una etapa tecnológica que proporciona una visión positivista de las ciencias, una reforma curricular y una lógica científica que mostró una crisis del modelo desarrollista y un cuestionamiento al positivismo y finalmente una etapa actual en donde se presenta una visión relativista de la ciencia, más compleja de los procesos de enseñanza – aprendizaje evidenciando una apertura interdisciplinar, un análisis de los contenidos y un estudio de las conceptualizaciones de los docentes.

Por lo tanto, la didáctica de las ciencias ha experimentado un progreso a través de una apertura interdisciplinar que ha permitido establecer una alternativa para la enseñanza de las ciencias teniendo en cuenta las concepciones de los estudiantes lo que provee una serie de lineamientos para considerar a la didáctica como una las bases para generar procesos de enseñanza – aprendizaje en la escuela actual.

De esta manera, se destaca la profundización de los fines de un modelo de enseñanza – aprendizaje por medio de la consideración de la teoría sistémica, la complejidad, la teoría evolucionista y la teoría crítica como nuevos esquemas de comprensión de los fenómenos naturales.



Es pertinente aclarar que se puede reconocer a la didáctica como una ciencia, según Portela (1993) “la Didáctica atiende el proceso más sistémico, organizado y eficiente, que se ejecuta sobre fundamentos teóricos y por los docentes como personal especializado”, lo que funciona por medio de categorías y se manifiesta en el proceso de docente – estudiante que guían la enseñanza – aprendizaje de cualquier disciplina a partir de enfoques sistémicos.

Entonces, los enfoques sistémicos logran parametrizar el acto de enseñar – aprender, dándole características y líneas de acción en el proceso educativo, y valdría la pena preguntarse en dónde quedan los avances a partir de las experiencias de los estudiantes y las construcciones significativas que se generan en los espacios de clase.

Por esta razón, el desarrollo de una teoría de conocimiento debe combinar lo escolar y lo profesional, es decir, desde las concepciones de los estudiantes y de los docentes que permitirán diseñar y experimentar propuestas que fundamenten la apertura de la interdisciplinariedad.

Todo este tipo de situaciones de enseñanza – aprendizaje contemplan un propósito que va ligado con la intencionalidad de la práctica educativa, lo que permite vislumbrar la necesidad de una producción de conocimiento que se destaque en la observación de la realidad, es decir, comprender los fenómenos de la naturaleza desde la organización de saberes integrados en contextos reales.

De este modo, se puede pensar en la formación de un estudiante crítico que tome las diferentes disciplinas científicas y construya entornos educativos en física, detonando explicaciones desde conceptos modernos aplicados a la observación fenomenológica de las ciencias y sus diferentes concepciones de saber y hacer en contexto.

Según Porlán (2000), “una concepción integradora del conocimiento escolar diferenciada, pero al mismo tiempo relacionada con otras formas de conocimiento, que tiene las disciplinas científicas es un referente de primera magnitud para orientar la elaboración de propuestas de contenidos”; lo que significa que la producción de nuevo conocimiento está ligada a una relación biunívoca con el saber contextualizado y el desarrollo de aprendizajes de disciplinas que usan el análisis de fenómenos como es el caso de la Mecánica Cuántica.

En efecto, la apuesta didáctica a la que se enfrenta la enseñanza de la mecánica cuántica se ve reflejada en un cambio de conceptualización de los fenómenos físicos lo que proporciona una intervención directa en la construcción de conocimientos que tienen como base los conceptos producidos por el modo 1 del conocimiento (programa de investigación clásico); ofreciendo una mirada hacia el modo 2 (programa de investigación moderno) que describe el comportamiento de las diferentes aplicaciones de este avance en el conocimiento.



Según, Dushl (1997), “El reto al que nos enfrentamos es cómo captar con precisión, el carácter evolutivo del conocimiento científico, sin dejar de comprender, la ciencia como una empresa racional”, lo que implica un cambio concreto en la estructura de las teorías a partir de las consideraciones que se destacan en el advenimiento de una didáctica de la física y en procesos de enseñanza – aprendizaje de la física cuántica.

De acuerdo a lo anterior, la producción de conocimiento debe estar ligada a la relación mostrada por un proceso de transdisciplinariedad en donde el cambio de programa de investigación proporciona una dinámica de acercamiento a un progreso científico, en donde los niveles de avance tecnológico muestran objetos cuánticos como los microchips que se consideran como ejemplos básicos de las bondades de la mecánica cuántica, dominando criterios de la noción de trayectoria y los diferentes de rango de magnitud a cualquier escala.

Paralelamente, la didáctica aplicada en la enseñanza de las ciencias y en particular de la física, debe considerarse el seguimiento de un modelo teórico en el desarrollo de las temáticas en contexto, como lo expresa Adúriz e Izquierdo (2002) “La modelización es el proceso de creación de modelos científicos originales, novedosos respecto del cuerpo de conocimiento establecido en un determinado momento histórico; lo que significa que se deben precisar los objetivos para determinar los contenidos de los saberes que van a ser usados como parte del proceso de enseñanza.

De esta manera, todo proceso didáctico se convierte en un eje fundamental para la transformación epistemológica de los saberes que se enseñan y se aprenden en cualquier campo del saber, que propone una serie de relaciones teóricas y los métodos de acercamiento al conocimiento a través del desarrollo de los contenidos, desde lo procedimental, lo argumental y lo interpretativo que integran las habilidades, los conocimientos, los hábitos y las necesidades que se deben enseñar como parte de un aprendizaje.

En efecto, la didáctica debe propiciar una optimización de los procesos de enseñanza a partir de la organización de la labor docente en la preparación de contenidos, con el fin de elevar la efectividad y la calidad de los procesos de conocimiento que proporcionen una estructura adecuada para el desarrollo de ambientes de aprendizaje.

Según Soto (2012), existe una didáctica general que proporciona una serie de elementos que facilitan los procesos de enseñanza – aprendizaje de cualquier disciplina, como es el caso de los objetivos y el contexto de enseñanza que establecen los conocimientos, los componentes, las habilidades y los hábitos, los cuales responden a las preguntas ¿qué enseñar y qué aprender?, con el fin de generar procesos de optimización de las clases, en donde la labor docente sea una construcción colectiva de los aprendizajes trabajados en el aula.



Desde esta perspectiva, las situaciones problemáticas que surgen se pueden analizar bajo la óptica del aprendizaje que conduce a una enseñanza directa, en donde la optimización de los procesos de enseñanza – aprendizaje estén ligados al control integral de la obtención de los resultados en la calidad y efectividad en la enseñanza.

Por esta razón, la didáctica implica esquemas argumentativos de conocimientos destacados en la capacidad de relacionar datos y conclusiones a la luz de datos empíricos por medio de la generación de enunciados y acciones encaminadas a la comprensión de la investigación científica; de acuerdo con lo anterior, el papel de la argumentación se encuentra ligado al razonamiento argumentativo el cual proporciona las formas de la lógica del pensamiento que permite analizar el conocimiento desde las perspectivas de la lógica formal.

Desde el punto de vista metodológico, el análisis del discurso permite organizar elementos de carácter conceptual, instrumentos de interpretación de datos y enunciados, a través de los enunciados, hechos aceptados y los conocimientos implícitos.

Por lo anterior, en una clase de ciencias se utiliza la secuencia de actividades, de episodios y de argumentos, como los elementos apropiados según Toulmin (1958) que constituyen una respuesta al análisis de la calidad de los argumentos y su justificación, lo anterior, permite relacionar datos, enunciados, justificaciones, conocimientos básicos, calificadores modales y refutación a través del análisis de esquemas de razonamiento.

De este modo, se puede distinguir lo que significa “hacer clase” y “hacer ciencia”, explicándolo desde el dialogo científico y la argumentación, por medio de las explicaciones de las pautas, los datos puros y los trabajados por el docente, encontrando las múltiples dimensiones del discurso y la capacidad de argumentación de los objetivos en la enseñanza de las ciencias, que implica reconocer las interacciones que tiene el aprendizaje y las prácticas discursivas en la construcción del conocimiento científico.

De este modo, un proceso didáctico permite la elección de una metodología que asegure la interacción del discurso argumentativo con los objetivos de la clase, sus temáticas y las particularidades de cada estudiante, lo que permite afirmar que la aplicación de una temática no es igual para todos los grupos de clase y los resultados que se obtienen presentan diferencias precisas.

De acuerdo con la educación científica, la didáctica ofrece una serie de modelos que modifican los aspectos teórico – prácticos desde los aspectos epistemológicos de la disciplina, lo cual determina factores de enseñabilidad primordiales en las intervenciones en los procesos de construcción de clase.

Por lo tanto, la didáctica ha mostrado interacciones entre los aspectos interpretativo, argumentativo y descriptivo, ya que fundamenta su acción pedagógica desde una mirada teórica para



una disciplina como la física, en particular, la mecánica cuántica es una ciencia que se aprende y proporciona modelos de aprendizaje específicos a partir de la idealización de esquemas que facilitan la comprensión de la realidad.

Sin embargo, la didáctica de las ciencias naturales se aborda desde la complejidad de los sistemas, lo que proporciona una descripción detallada de los fenómenos, desde lo axiomático y lo operacional, que estructura un modelo dual y funcional en el análisis y la construcción epistemológica de las teorías.

Según Gutiérrez y Correa (2008), “el discurso argumentativo genera un conocimiento que más que compartido, reconoce la convergencia de diferentes estilos de pensamiento y construye nuevas formas de pensar los fenómenos físicos”; lo anterior permite identificar que en los procesos de argumentación de un fenómeno físico la organización de conceptos va ligada a las explicaciones y las formas de construcción de conceptos propios del fenómeno analizado.

Entonces, en el análisis desde lo fenomenológico una teoría en física pone en juego su producción de conocimientos, a partir de la generación de explicaciones sobre los fenómenos estudiados, estableciendo conexiones con los diferentes contextos teóricos a través del análisis de fenómenos desde el modo 2 de producción de conocimiento, pero teniendo como base el modo 1 de producción de conocimiento.

Desde esta perspectiva, los elementos de construcción de una teoría deben abarcar las necesidades epistémicas presentes en la formulación de conceptos, procedimientos y fundamentos que permitan generar explicaciones concretas a fenómenos observables y no observables. Al construir un concepto científico se crea un enlace entre lo concreto y lo abstracto que identifica al objeto idealizado, el cual introduce las magnitudes fundamentales y secundarias que describen una correspondencia entre la teoría y sus bases fundamentales de conocimiento fundamentados en procesos didácticos específicos.

Los modelos didácticos están propuestos desde la concepción de las representaciones de los significados de las teorías físicas, en el caso de la mecánica cuántica, las representaciones se estudian a partir de la consideración de las teorías de la luz como onda y como partícula, lo que involucra un análisis fenomenológico desde la modelización de las situaciones que se generan en contexto de aprendizaje.

En los procesos de enseñanza que se trabajan en ciencias naturales, la didáctica juega un papel primordial en la necesidad de construcción de procesos de adquisición de conocimientos, según Adúriz e Izquierdo (2002), “En la enseñanza “tradicional” de las ciencias naturales, hoy puesta en jaque por la ingente producción de la didáctica, resulta todavía usual encontrar lo que más arriba llamamos concepción icónica de los modelos”, lo que significa que la interacción entre la didáctica y la enseñanza de una disciplina es una relación biunívoca que se describe a lo largo de las modelaciones de clase.



En este proceso de revisión de la construcción de conocimiento, se plantea el análisis de artículos que se han encaminado en la descripción de aspectos centrales de trabajo en la producción de saber desde un eje central como la didáctica de un campo de la física moderna: la mecánica cuántica y su relación con los fenómenos naturales.

En el artículo de Greca y Herscovitz (2002), se propone la mecánica cuántica como una revolución cognitiva que ha influido en el pensamiento humano, por lo que se hizo imprescindible proponer una investigación que mostrara las ideas de los estudiantes universitarios de un curso de física moderna de las carreras de Ingeniería y Ciencias cuando se preguntan por conceptos como la probabilidad de los estados de posición y cantidad de movimiento de un electrón, la dualidad onda – partícula.

A lo largo de la investigación, se muestra que en el inicio de un curso sobre física cuántica, se proporciona un panorama histórico con el objetivo de que los estudiantes reconozcan las posibles conexiones entre los fenómenos y los fundamentos teóricos ya que se construyen representaciones que permiten comprender conceptos concretos y abstractos.

Para los estudiantes, esta forma de propiciar explicaciones favorece la comprensión de los conceptos a partir de la observación fenomenológica, aunque cabe aclarar que los conceptos son introducidos de forma superficial resaltando las características clásicas con el fin de que los estudiantes establezcan relaciones teóricas y prácticas, que los conduzcan a intentos de aproximación a los conceptos cuánticos.

Por lo tanto, el objetivo planteado por la investigación de Greca y Herscovitz (2002) es dar elementos teóricos atravesando la frontera de la matematización del fenómeno, que puede muchas veces restringir el sentido de la observación y se queda con una imagen del mundo físico parcializado, lo cual indica que la observación de los fenómenos se debe dar desde lo fenomenológico destacando los procesos visuales y la conceptualización de los estudiantes.

Desde este punto de vista, Greca y Herscovitz (2002) muestran una estrategia denominada fenomenológico – conceptual que favorece la creación de una nueva percepción en donde los conceptos sean muy claros y proporcionen la esencia del fenómeno observado.

Por esta razón, en esta propuesta de intervención es importante la interacción establecida entre el profesor y los estudiantes, ya que se obtienen modelos mentales interesantes de cada actor, que se fundamentan desde lo teórico y lo experiencial, dicha interacción muestra en los estudiantes una modificación de sus modelos mentales, facilitando la adquisición de nuevos conceptos.



En la propuesta se aplica un test de asociación de conceptos y problemas, en donde se incluyen los conceptos de superposición de estados, principio de incertidumbre, dualidad onda – partícula, entre otros; para su análisis se utilizó la metodología cualitativa por medio de cuatro categorías que clasificaban a cada estudiante, una primera categoría ubico a los estudiantes por medio de la descripción de los fenómenos cuánticos de forma general con explicaciones satisfactorias para las preguntas dadas.

En la segunda categoría se ubicó a los estudiantes que comprenden las implicaciones de la dualidad onda – partícula pero no explican claramente la superposición lineal de estados, esto conduce a que no existe un concepto claro de probabilidad; en la tercera categoría los estudiantes identifican los fenómenos cuánticos pero a partir de los conceptos mecánicos clásicos, lo que muestra que hay una explicación deficiente y distorsionada de los conceptos cuánticos.

En la cuarta categoría se ubican los estudiantes que no lograron entender ningún concepto cuántico, así tuvieran la posibilidad de asociar los conceptos clásicos, lo que evidencia líneas de argumentación muy débiles en términos de análisis fenomenológico.

Entonces, las autoras concluyen que la enseñanza tradicional de conceptos de física moderna no logra buenos resultados en el aprendizaje de los estudiantes, ya que se construyen modelos mentales modernos con estructuras clásicas de pensamiento.

Por lo tanto, partir de un concepto clásico para entender uno moderno puede dificultar la percepción de los conceptos nuevos que se intenta enseñar y aprender, siendo la base desarrollada sobre esta propuesta didáctica, y según Greca y Herscovitz (2002), “puede perfectamente servir de base para estudiantes de los profesorados en física y química”; lo que implica que esta estrategia didáctica puede ser aplicada en cualquier espacio académico que desee revolucionar la enseñanza de la física.

En el artículo de Eder y Adúriz (2001), se establece la posibilidad de encontrar una relación entre la didáctica general y la didáctica de las ciencias naturales, mostrando una de las reflexiones de Porlan en torno a la disciplina emergente así considerada la didáctica por medio de una reelaboración epistemológica que aunque está vinculada a las ciencias experimentales se ha integrado a las ciencias sociales.

Desde el análisis del proceso de construcción de conocimiento, Díaz Barriga (citado por Eder y Adúriz 2001) quien afirma que la didáctica se puede clasificar por medio de tres aspectos, el teórico que responde a cuestiones de la educación como una teoría que se inserta en el quehacer pedagógico, el histórico que proporciona una serie de resultados pertinentes a los episodios a cada momento en el desarrollo didáctico y desde lo político, la didáctica se convierte es un agente de cambio en el proyecto social.



En este orden ideas, la didáctica se puede entender como una disciplina para generar procesos de producción de conocimiento en la enseñanza de una ciencia, lo que permitiría una transición en la generación de saberes del modo 1 al modo 2 en el conocimiento de un contexto teórico – práctico.

Desde el punto de vista de disciplina, Eder y Adúriz (2001) realizan una distinción de la didáctica como disciplina científica asumiéndola a partir de una base determinista, en donde se puede considerar un concepto de ciencia que se entiende como una serie de proyectos de investigación estructurados mediante presuposiciones aceptadas que determinan observaciones.

El objetivo de este artículo se centró en la búsqueda de conexiones entre las ciencias sociales y las naturales, las cuales proporcionan dos posturas: método y campo, que se encuentran determinadas por las características particulares de cada una, la generación de críticas y de puntos de contacto en donde prevalece las posiciones de cada esquema de conocimiento en cada disciplina. Si se hace referencia al método no es posible realizar algún tipo de distinción entre los dos tipos de ciencias ya que a partir de la experimentación, en los dos contextos se utilizan dichos procedimientos para dar cuenta de la producción de conocimiento.

Desde la noción de campo, las ciencias sociales siempre han buscado un acercamiento a las ciencias naturales, por tal razón realizar una conexión desde este ámbito puede resultar complicado, ya que las dos ciencias usan el ensayo – error para proponer respuestas a los diferentes cuestionamientos que se formulan.

Este artículo muestra la integración de la didáctica desde el aspecto explicativo y normativo, gracias a que confluyen dos ideas muy importantes la progresista que asume la didáctica como un espacio de avance en la construcción de una disciplina y la posibilidad de solucionar problemas de cualquier índole, ya sea disciplinar o tecnológico.

De igual manera, la didáctica explicada como un saber autónomo que permite la interdisciplinariedad, con diferentes espacios académicos y la aparición de una visión epistemológica de las ciencias naturales entendidas como una práctica social y humana que permite generar procesos ligados a los nuevos modelos de enseñanza – aprendizaje de las ciencias.

Blaschke (2013), desde un punto de vista disciplinar afirma que “La mecánica cuántica demuestra que todo está conectado con todo, y que estas conexiones existen en un estado de vigilia, por lo que las potencialidades de la mente en ese estado, aumentan notablemente”, lo anterior proporciona un elemento de validez fundamental para la producción de un nuevo conocimiento, en donde es importante combinar los enfoques sistémicos a la construcción de ideas sobre el funcionamiento del Universo.



De esta perspectiva, la mecánica newtoniana se queda solamente con la explicación de fenómenos reales a un nivel macroscópico, mientras que la Mecánica Cuántica proporciona elementos de la probabilidad que permiten entender los procesos del mundo microscópico.

Al generar una nueva producción de conocimiento se debe partir del análisis de lo fenomenológico que no necesita de procesos matemáticos avanzados, para dar a conocer los fundamentos teóricos esenciales en la explicación de fenómenos presentes en la cotidianidad de los aprendizajes de física en la escuela.

Por lo tanto, la mecánica cuántica afirma que no es posible observar la realidad sin cambiarla, esto significa que todo fenómeno estudiado a partir de lo microscópico implica consideraciones teóricas formales como el principio de incertidumbre de Heisenberg, que establece la imposibilidad de conocer con precisión la posición de los objetos a escalas atómicas, a través de observaciones físicas de su comportamiento.

Para Blaschke (2013), el paradigma cuántico se puede entender por medio de la dualidad onda – partícula que proporciona un conocimiento real del comportamiento de la luz, el cual establece la posibilidad de entender la probabilidad de los estados de las partículas y sus cambios apreciables.

En este punto, es importante reconocer que en la construcción de un contexto como es el caso de la Mecánica Cuántica, se ha utilizado una serie de paradojas que permiten explicar la ocurrencia de fenómenos, de forma muy similar en la Mecánica Clásica se buscaban explicaciones para los fenómenos desde las comparaciones teóricas entre diferentes elementos, que en su momento fueron esenciales para el conocimiento del Universo.

Desde este aspecto, Leblond (1990) realiza una descripción del estudio de la física cuántica a partir de las consideraciones de fenómenos como el efecto fotoeléctrico, la radiación de átomos y el estado de onda - partícula, a partir del análisis de nuevos aspectos sobre el estudio de fenómenos físicos que la mecánica clásica no puede responder como las trayectorias entre partículas, la velocidad instantánea y la fuerza; aunque para este nuevo planteamiento llamado mecánica cuántica, las bases dadas por la mecánica newtoniana permite validar las explicaciones en cuanto a la producción de conocimiento realizada en la transición de un paradigma clásico al moderno.

En ese orden ideas, el enfoque presentado por un cambio de paradigma debe estar direccionado a un cambio epistemológico que involucre al sentido verdadero de la disciplina, y no se quede únicamente en el desarrollo de contenidos especializados sino que trascienda al objeto del conocimiento de las teorías y sus procesos de evolución.

En efecto, el esquema que se puede plantear en torno a la didáctica de la mecánica cuántica debe estar orientado hacia la explicación de lo fenomenológico, dando prioridad a la producción de



conocimiento desde el análisis de la teoría en sí misma, es decir, partiendo del fenómeno se construyen las explicaciones del contexto.

En este marco de referencia, el formalismo matemático de la mecánica cuántica aportado por el modo uno de producción de conocimiento se entendería como parte de la estructura de trabajo de la disciplina, es decir, no se puede desconocer su existencia y la validez que presenta en la solución de problemas de tipo numérico pero no es el único camino para comprender los procesos de construcción de conocimiento de los fenómenos estudiados por la mecánica cuántica.

Sin embargo, un análisis fenomenológico de una teoría como la mecánica cuántica debe estar constituido por una reflexión directa al objeto de estudio, en donde los procesos didácticos deben presentarse como mecanismos de comprensión y aprehensión de los conocimientos con el fin de estudiar los fenómenos de la realidad.

De acuerdo con Porlán (2000), “las tres dimensiones analizadas (diversidad de conocimiento, relaciones entre ellos y nivel de formulación) determinan según cómo se consideren, distintas formas de presentar y secuenciar el conocimiento escolar”, dicho análisis del objeto de conocimiento proporciona una serie de elementos de trabajo que establecen las necesidades de reevaluar los procesos de enseñanza – aprendizaje de disciplinas como la mecánica cuántica, a partir de la observación concreta de los fenómenos físicos.

En este contexto, presentar un enfoque de enseñanza de una teoría física muestra un cambio de panorama en el desarrollo interno de los procesos de enseñanza - aprendizaje de una disciplina componente de las ciencias naturales y su abordaje de situaciones fenomenológicas.

CONCLUSIONES

En síntesis, la evolución de la didáctica ha permitido la generación de nuevos procesos en la enseñanza – aprendizaje de las diferentes disciplinas, así sean experimentales o no experimentales, que permiten mostrar diferentes esquemas didácticos de enseñanza en el aula de clase.

La didáctica de las ciencias proporciona la oportunidad de utilizar procesos interdisciplinarios en donde espacios académicos como el desarrollo de una disciplina, en este caso la mecánica cuántica, puede ser entendida a través de una visión epistemológica que determine un progreso en el estudio de los componentes conceptuales no solo desde el punto de vista matemático sino el fenomenológico.

Los enfoques didácticos proporcionan una serie de herramientas conceptuales y prácticas, que enriquecen el proceso de enseñanza – aprendizaje de la mecánica cuántica, al igual que el rol activo del



docente en este tipo de procesos determinan las nuevas formas de acercarse al conocimiento de una disciplina.

El estudio de la didáctica se puede considerar como un caso emergente y en construcción, ya que las ciencias naturales y sociales se han detenido a pensar los factores pedagógicos que permiten organizar los conocimientos clásicos y modernos de una disciplina, teniendo en cuenta la producción de conocimiento y la necesidad de mostrar los avances tecnológicos de cada saber particular.

De esta manera, la producción de conocimiento debe buscar un interés primordial en la descripción de la realidad, ya que la generación de conocimientos y saberes no pueden ser ajenos a los entornos cotidianos en donde se aprende en contexto.

En esta proporción, al plantear una reflexión sobre la producción de conocimiento se debe establecer una integración entre las dimensiones del saber desde lo conceptual, lo didáctico y lo sistémico, que involucre al estudiante como el sujeto protagonista del aprendizaje en contexto.

Esta revisión forma parte de un proceso de investigación que busca construir una ruta metodológica para la enseñanza-aprendizaje de la Mecánica Cuántica teniendo en cuenta el modo de producción de conocimiento 2, con el fin de mostrar la necesidad de repensar los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Física.

La enseñanza de la mecánica cuántica debe convertirse en un campo de exploración constante de los docentes de física, que les permita motivar a los estudiantes a través de explicaciones de la tecnología moderna por medio de bases teóricas de la mecánica clásica, las cuales fueron fundamentales para la revolución teórica que ocasiono una nueva forma de concebir los fenómenos naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz, A., Eder, M. (2001). Aproximación epistemológica a las relaciones entre la didáctica de las ciencias naturales y la didáctica general. En: Red Académica, Universidad Pedagógica Nacional, México.

Adúriz, A (2002). *Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 1 – 3.*

Blaschke, J. (2013). Los gatos sueñan con física cuántica y los perros con universos paralelos. México, México: Ediciones Robinbook

Campelo, J. (2003) *Un modelo didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la física.* En: Revista Brasileira de Ensino de Física, 25 – 1.



Díaz, A. (1997). *La explicación científica. Una polémica desde la teoría del conocimiento*. En: Epistemología y objeto pedagógico. ¿Es la pedagogía una ciencia? México, CESU.

Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. La importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea. Trad. de *Restructuring Science Education* (1990).

Fanaro, M. (2009). *La enseñanza de la mecánica cuántica en la escuela media*. Universidad de Burgos, Burgos, España, Tesis doctoral.

Greca, I., Herscovitz, V., (2002). Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. En: Enseñanza de las Ciencias, 20 - 2.

Gibbons, M., Limoges C., Nowotny H., Shewartzman S., Scott P., & Trow M. (1997). *La nueva producción del conocimiento*. Barcelona, España: Ediciones Pomares – Corredor S.A.

Gutiérrez, M., Correa M., (2008) Argumentación y concepciones implícitas sobre física: Un análisis pragmatialéctico. En: Acta Colombia de Psicología, 11 – 1.

Harlen, W. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid, España: Ediciones Morata.

Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Lévy, J. (1990). *Quantics: Rudiments of Quantum Physics*. Madrid, España: Elsevier Science Publishers.

Lévy, J. (2000). *¿Se puede enseñar la física moderna?*. En: Unir los conocimientos. Madrid, España: Plural.

Morin, E. (2000). *Unir los conocimientos*. Madrid, España: Plural

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 16, 175-185.

Porlán, R. (2000). Enseñar Ciencias Naturales. Buenos Aires, Argentina: Paidós Educador

Pérez, N., Setién, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias. Una mirada a la teoría bibliológico-informativa. Acimed, 18 – 4. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol18_4_08/aci31008.htm.



Ramírez, A. (2000). La estructura de la teoría física un ejemplo: Mecánica Clásica. *Revista Educación y Cultura*, 1 – 6.

Portela, R. (1993). Tendencias de la Didáctica y optimización del proceso de enseñanza – aprendizaje. En: Centro Universitario de las Tunas. Cuba

Rosnay, J. (2000). *Conceptos y operadores transversales*. En: Unir los conocimientos. Madrid, España: Plural.

Soto (2012). *Un acercamiento a la didáctica general como ciencia y su significación en el buen desenvolvimiento de la clase*. Revista Científico Pedagógica Atenas. Cuba. 3 – 20.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Nueva York: Cambridge University Press.