



Revista Electrónica EduSol, ISSN: 1729-9091. 2012. Volumen 10, No. 32, jul.-sep., pp. 1-12.

Universidad de Ciencias Pedagógicas “Raúl Gómez García”, Guantánamo, Cuba

Caracterización del Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Física y la Matemática en la Formación del Profesor de Ciencias Exactas desde una visión epistemológica

Lic. Jorge Luis Acosta Isalgué, Profesor Auxiliar

e-mail: jluis@ucp.gu.rimed.cu

Institución: Universidad de Ciencias Pedagógicas “Raúl Gómez García”

Provincia: Guantánamo

País: Cuba

Lic. Gervacio Charón Pérez, Profesor Auxiliar

e-mail: gervacio@ucp.gu.rimed.cu

Institución: Universidad de Ciencias Pedagógicas “Raúl Gómez García”

Provincia: Guantánamo

País: Cuba

Fecha de recibido: febrero de 2010

Fecha de aprobado: mayo de 2010

RESUMEN

En la investigación se analiza el fenómeno de la enseñanza de la Física y la Matemática en la formación del profesional de la educación para la carrera de Ciencias Exactas. Se desarrolla una caracterización de sus rasgos epistemológicos y su implementación teórico-metodológica en el proceso, como parte de una tarea que responde al proyecto: “El Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática, atendiendo a la diversidad de contextos pedagógicos en la formación del profesor de Ciencias Exactas”.

Palabras Clave: Proceso de Enseñanza Aprendizaje, Ciencias Exactas

Characterization of the Teaching Learning Process in Physics and Mathematics Teacher Education Sciences from an epistemological view

ABSTRACT

The research examines the phenomenon of teaching Physics and Mathematics in the formation of professional career education of Sciences. We develop a characterization of its features and implementation epistemological theory and method in the process, as part of a task that responds to the project: "The Process of Teaching and Learning of Mathematics, considering the diversity of learning environments in teacher training Sciences."

Keywords: Teaching Learning Process, Science

INTRODUCCIÓN

La epistemología se define como la metaciencia que se encarga del estudio de los métodos para la obtención del conocimiento científico y la reflexión en torno a la veracidad de los mismos y su carácter axiológico. Desde su posición la didáctica de la epistemología de las ciencias construye su discurso científico sobre la base de la elaboración de los presupuestos teóricos y metodológicos para la obtención del conocimiento y se proyecta socialmente como una reflexión científica en torno a los métodos de obtención del conocimiento científico y los criterios de validez del mismo.

La observancia de los fundamentos epistemológicos en la formación de un profesional de la educación con un alto grado de desarrollo intelectual, capaz de resolver de forma eficiente y creativa los problemas que de índole formativa se presentan en sus estudiantes, constituye una premisa de la dirección de la investigación científica de los problemas de la educación cubana.

La Epistemología aporta la estructura metacognitiva del pensamiento profesional acerca de la ciencia, la idea intuitiva, sistémica, axiológica, filosófica y científico metodológica. Lo que le permite al profesional de la educación el dominio de los fundamentos teóricos y metodológicos de la actividad científica asociada a la ciencia que imparte.

En múltiples investigaciones, (Matthews, 1998; Izquierdo, 1999; Galagovsky, 1999; Pablo y Rolando Valdés, 1999-2002; Aduriz-Bravo 2003) se fundamentan la importancia de los conocimientos de epistemología en la formación de profesores de ciencias, resaltando y coincidiendo fundamentalmente en que los aportes fundamentales se encuentran en:

1. Comprensión del significado de términos como «teoría», «modelo», «ley», «hipótesis», «método científico», etc.
2. Comprensión de la relación entre modelo y teoría, y de la relación entre teoría y realidad.

3. Identificación del rol que juegan los distintos tipos de leyes en la construcción de los sistemas hipotético-deductivos.
4. Comprensión de los límites de validez, del grado de precisión y del ámbito de teorías y modelos, así como de las características, ventajas y limitaciones de los modelos fenomenológicos e interpretativos.
5. Análisis epistemológico de la evolución histórica de las estructuras sintácticas y sustanciales de las ciencias.
6. Estructuración Histórico-Lógica del sistema de conocimientos de las ciencias y su implementación didáctico-metodológica.

El perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en las Ciencias Exactas, constituye una prioridad de orden didáctico-metodológico, las potencialidades formativas de estas ciencias constituyen un factor importante desde el punto de vista gnoseológico y humanístico, el profesor de Ciencias Exactas se convierte en un ente importante en la dirección del proceso formativo de los estudiantes y la integración un principio a seguir de incuestionable significación.

DESARROLLO

Por la importancia de la profesión pedagógica, que radica en su impacto social como transformadora y reguladora de la conducta de los hombres, en torno a su socialización en condiciones de justicia social y valores humanos que le permitan compartir y pensar en un mundo de igualdad y compromiso social, se desarrollan de forma ascendente investigaciones científicas cuya finalidad es encontrar modelos para el desarrollo de las capacidades intelectuales de los individuos y su formación integral. Es precisamente esta profesión la que tiene como responsabilidad fundamental, multiplicar todo el legado científico-cultural acumulado por la humanidad en su devenir histórico.

El pensamiento teórico, como forma más concreta de la dimensión epistemológica, no posee un nivel de desarrollo adecuado en la formación del profesional de la educación, en su contenido se integran los elementos epistemológicos que conforman la base científica metodológica sobre la cual se construyen las disciplinas científicas, el dominio de los elementos epistemológicos de las ciencias les posibilita a los profesores la concreción del principio filosófico de lo histórico-lógico, de lo dialéctico-social, alcanzando la coherencia estructural del contenido de la enseñanza y la posibilidad de desarrollar en los estudiantes habilidades que les permitan no solo interpretar y explicar los objetos de la ciencia sino construir su propio conocimiento de forma elemental.

En el contexto profesional las habilidades como formación psicológica intelectual constituyen las herramientas para el desempeño y en sus bases estructurales contienen a las operaciones lógicas del pensamiento, muchas de estas acciones u operaciones son vistas desde varias ciencias, dígase la Lógica, la Epistemología, la Filosofía, la Psicología, entre otras y contempladas por la didáctica en la implementación de los currículos y su metodología.

El perfeccionamiento de los planes de estudio de la Educación Superior en la formación del profesional de la educación en las antiguas carreras de Física y Matemática han contemplado de forma dinámica y científica el proceso de formación y desarrollo del pensamiento de los estudiantes concretado en habilidades, no obstante insuficiencias teóricas y metodológicas en la implementación de algunas concepciones científicas han conducido hacia una interpretación equívoca de este proceso, potenciando en su implementación la teoría del pensamiento empírico discursivo y descuidando elementos asociados a la creatividad y al pensamiento teórico que poseen un sólido fundamento lógico-dialéctico.

Los antiguos planes de estudio A, B, C, en sus diferentes versiones centraron su atención en aspectos tales como: El dominio conceptual y procedimientos lógicos, La actividad experimental y el método axiomático en la obtención del conocimiento, El desarrollo de habilidades profesionales, la vinculación del estudio trabajo en la formación profesional, La pedagogización del proceso docente educativo, La interdisciplinariedad como principio pedagógico, la universalización de la enseñanza. Caracterizándose por reestructuraciones y simplificaciones de los programas de estudio, la incorporación de nuevas disciplinas científicas, disminución del número de horas lectivas e incremento de la práctica profesional pedagógica.

Ciertas transformaciones ocurridas en los planes de estudio, como la reducción del sistema de conocimientos no estuvieron avaladas por la introducción de disciplinas integradoras con la capacidad de desarrollar una visión profesional metacognitiva que supliera el problema del carácter disciplinario de la enseñanza. En la actualidad se debate acerca de las características del currículo y los principios metodológicos de su desarrollo.

La observación y análisis del proceso de formación del profesor de Ciencias Exactas, de su discurso epistemológico, de su implementación técnica y la valoración de sus resultados ha permitido identificar rasgos que influyen negativamente en el desarrollo de una competencia epistemológica integradora en los futuros profesores, el desarrollo de esta caracterización

permitirá determinar líneas y estrategias para hacer más eficiente el proceso de formación del profesor de ciencias exactas, así como determinar los elementos epistemológicos que conforman la base teórico metodológica del pensamiento profesional integrador que deben poseer los futuros profesores de Ciencias Exactas.

La aplicación de un conjunto de métodos y técnicas como la observación, encuestas, entrevistas, visitas a clases, revisión de documentos, solución de cuestionarios y otras permitieron desarrollar una caracterización de los elementos identificativos del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Exactas en la formación del Profesional de la Educación, contribuyó a ello el periodo de desempeño como integrante del equipo de universalización del instituto Superior Pedagógico: Raúl Gómez García.

Como resultado de la investigación identificamos que en el currículo de la carrera de Ciencias Exactas para el profesional de la educación se contemplan elementos de integración que de cierta forma conforman la estructura metacognitiva del pensamiento científico contemporáneo, con un marcado enfoque humanista, sin embargo es de considerar que en los diagnósticos realizados a profesores ya graduados que ejercen la profesión no se percibe una concepción epistemológica de la Física y la Matemática como ciencias, lo cual constituye una limitante de peso para su desempeño profesional y las posibilidades reales de integración. Un análisis más profundo arroja que no existe realmente una línea coherente de integración.

En la estructuración de las metodologías de la enseñanza de las Ciencias Exactas, se establece un sistema de principios que determinan su naturaleza, estos principios por lo general constituyen la base teórico-metodológica de las disciplinas afines y suyas propias y determinan la forma y contenido de su resultado. Estas metodologías que se emplean tienen como base un diseño curricular que se enfoca en un paradigma científico, este estructura los objetivos, contenidos, evaluación del proceso, estos elementos no se dominan, ni se contemplan sistémicamente en el proceso de formación profesoral. La manifestación más notable de lo planteado anteriormente es el enfoque algorítmico y diferenciado de la enseñanza de las Ciencias Exactas.

Uno de los principios que con más fuerza se ha contemplado en la enseñanza de estas ciencias es el del **desarrollo psicológico**, entiéndase desarrollo del pensamiento lógico (lógico-formal), en el que el papel de la Matemática se ha notado considerablemente, deteriorándose el análisis de los elementos distintivos del pensamiento lógico-dialéctico

aportados por la Física, disminuyéndose paulatinamente en la medida que se hace más complejo el contenido, su nivel de concreción o relación con la vida.

La declaración de la Matemática como asignatura priorizada, sin disminuir la importancia que ella posee como ciencia y método general de las demás ciencias en el proceso de análisis y procesamiento de la información es una expresión de lo dicho en el párrafo anterior. El predominio de la sistematización de propiedades en la resolución de ejercicios y el tratamiento metodológico en su aplicación en contextos diferentes, predominan sobre el análisis lógico-epistemológico del contenido.

El método axiomático en la enseñanza de la Matemática ha quedado olvidado metodológicamente, lo que ha influido en la poca sistematización del conocimiento matemático, el tránsito desde los axiomas, el análisis de las definiciones, la demostración de los teoremas y su aplicación hasta los niveles productivos del conocimiento se ha limitado a la simple aplicación de los teoremas en la solución de los problemas y ejercicios de Matemática, influyendo negativamente en la formación de la base teórico metodológica del profesor de Ciencias Exactas.

De forma inconsciente se ha producido una potenciación de la lógica formal sobre la dialéctica, que en su repercusión histórica social en la generación de jóvenes presentes, ha generado características psicológicas negativas asociadas al pensamiento, como esquematismos, lentitud, poca flexibilidad, incoherencia comunicativa, imprecisión en la solución de problemas, insuficiencias en la interpretación de los enunciados de las situaciones y tareas, poca capacidad analítica-sintética y generalizadora, el predominio de un pensamiento espontáneo, con poca potencialidad predictiva y modeladora.

En el caso de la Matemática se ha centrado la atención en el desarrollo del pensamiento lógico (entiéndase algorítmico), y la solución de problemas, en cambio se manifiesta un deterioro significativo en la formación de conceptos mediante los procedimientos inductivos y deductivos, lo cual ha generado una concepción en los estudiantes que los conduce a la aplicación de propiedades sin convicción profunda de su fundamentación.

En la Física, algunos de los paradigmas que han distinguido su enseñanza son: La enseñanza experimental, La enseñanza por problemas, La Enseñanza Problémica, La Enseñanza por Investigación, empleo de la tecnología en la enseñanza, cada una de ellas realiza un aporte significativo a la didáctica de la Física, pero absolutizan en ello el papel y la función de determinadas concepciones teóricas de la enseñanza, en este sentido el predominio de los elementos experimentales ha conducido una concepción de "enseñanza

de ciencia acabada”.

El predominio de la actividad experimental como forma fundamental y método del pensamiento físico, atenta contra la visión hipotética-deductiva del sistema de conocimientos de la Física como ciencia. La realización de experimentos por recetas, obviando la etapa de diseño y planificación de la actividad ha generado cualidades mecanicistas del pensamiento y el acercamiento a una visión de ciencia acabada.

La algoritmización como método matemático, ha tenido una fuerte influencia en la enseñanza de la Física, fundamentalmente en la solución de problemas, en este sentido son entendidas las leyes de la física y su expresión funcional como ecuaciones o fórmulas que se aplican indistintamente sin analizar el contexto o esferas de fenómenos que están asociadas a ellas. Las características de la Matemática y de la Física como ciencias divergen en el plano teórico, de hecho la Matemática es para la Física un poderoso método para la obtención del conocimiento y la Física es para la Matemática una fuente novedosa de problemas, conservando esta última una autonomía teórico-metodológica, es solamente en el plano epistemológico y de aplicación práctica que se alcanza una verdadera relación interdisciplinaria, la Matemática aporta al individuo los elementos lógicos formales y la Física los lógicos dialécticos vinculados concretamente a la naturaleza, el dominio de estos elementos por el estudiante garantizará el tránsito hacia la independencia cognoscitiva y la producción de conocimientos, objetivos fundamentales de la enseñanza.

Si lugar a dudas la necesidad de la integración como principio de la enseñanza no es un elemento discutible, la forma en la que avanza el proceso de diferenciación de las ciencias también trae aparejado la necesidad de un enfoque integrador para la comprensión de la naturaleza cada vez más compleja, en la medida en que penetramos en la esencia de los fenómenos el enfoque teórico para su estudio necesita de niveles superiores de generalización, aspectos estos que no se sistematizan en el proceso.

En el plano didáctico existe una reacción en torno a la integración de la Física y la Matemática y realmente posee fundamento, los métodos de enseñanza, procedimientos didácticos, procesos de formación conceptual divergen considerablemente, *la investigación una de las ideas que defiende, es que: La verdadera integración se puede realizar en el plano psicológico al alcanzar una visión de integración epistemológica en el estudio de los fenómenos físicos, basada en el desarrollo del pensamiento teórico, concretado en procesos lógicos y habilidades intelectuales, conservando la relativa autonomía de la Matemática como método para la Física y atendiendo el enfoque más concreto de la Física en el estudio de los*

fenómenos naturales.

La concepción de integración en habilidades profesionales de naturaleza epistemológica puede interpretarse como científicista, el hecho es que la premisa para enseñar una ciencia de forma humanista es comprenderla como tal, en su objeto de estudio, bases metodológicas, epistemología, carácter disciplinar, impacto social y contra esto atenta de forma inconsciente las reestructuraciones didácticas de los contenidos que no contemplan el carácter histórico-lógico en la evolución de los conocimientos científicos.

Otras de las cuestiones en la enseñanza que atentan contra la comprensión del sistema de conocimiento de las ciencias y métodos de obtención es el anacronismo o incongruencia temporal del sistema de conocimientos de la Física y la Matemática en su diseño curricular, la necesidad de elementos de la Matemática, fundamentalmente del cálculo para la comprensión de los objetos físicos en la carrera ha sido objeto de análisis y hasta el momento no ha existido una solución.

Para los estudiantes de la carrera de Ciencias Exactas y concretamente profesores de la especialidad el desconocimiento de la epistemología de estas ciencias le impide desarrollar un proceso formativo de forma eficiente y solo en el mejor de los casos desarrollan en sus estudiantes un pensamiento algorítmico con pocas posibilidades de integrarse psicológicamente.

Resulta significativo señalar la poca independencia cognoscitiva que muestran los estudiantes de la carrera de ciencias exactas, su desarrollo en habilidades intelectuales, que en condiciones de universalización se hace insuficiente y más notable aún, esta es una razón más para perfeccionar este proceso de enseñanza, en consecuencia la capacidad de transformar la realidad de sus estudiantes mediante el análisis teórico del fenómeno de la enseñanza les permitirá creativamente apartarse del esquematismo que impide la adaptabilidad de los procesos pedagógicos a las condiciones de enseñanza, así como dirigir su preparación de forma más eficiente.

El principio de clasificación de la Física y la Matemática como Ciencias Exactas ha generado interpretaciones las cuales tiran metodológicamente en dos direcciones: **hacia la abstracción y hacia la concreción**, (Jorge Luis Acosta) que contradice filosófica y epistemológicamente al procedimiento de ascensión de lo abstracto a lo concreto. Este enfoque filosófico de naturaleza dialéctica constituye el procedimiento fundamental con el cual el hombre logra expresar psicológicamente en el pensamiento las propiedades de la materia, su diferenciación en la enseñanza influye negativamente en el desarrollo del

pensamiento profesional.

Se hacen intentos de concretar la Matemática mediante el tratamiento de los problemas y su vinculación con la vida y otras ciencias, en este sentido si la enseñanza no se concibió bajo un principio de integración es poco probable que los estudiantes sean capaces de integrar en el plano psicológico y desarrollar una visión integradora de la naturaleza.

En la carrera de Ciencias Exactas, el sistema de conocimientos de la Física y la Matemática no se complementan, la forma en la que se concibe la enseñanza, lejos de propiciar la integración crean contradicciones psicológicas de carácter antagónico, obstaculizando el desarrollo del pensamiento. Existe una realidad, la Matemática no necesita de la Física para su enseñanza y la interpretación Física de los fenómenos naturales es imposible si la Matemática. La Física estudia la naturaleza mediante la dialéctica de su movimiento y la Matemática aporta los elementos lógicos formales para describir los estados y procesos asociados a los modelos físicos y cuantificar sus propiedades. Esto nos conduce a una interpretación epistemológica de la enseñanza de estas ciencias conservando la autonomía de la Física y empleando la Matemática como método o soporte de investigación.

De forma general podemos asumir que en la enseñanza de las Ciencias Exactas no existe un principio integrador que contemple científicamente ni sistematice las características de la Física y la Matemática en el proceso de enseñanza, que por naturaleza divergen considerablemente y que uno de los pocos elementos comunes que poseen como ciencias radica en la lógica del método científico y en el soporte metodológico que constituye la Matemática para la Física, dado el nivel de simplicidad de los objetos físicos y la posibilidad de que las modelaciones puedan expresar con un alto grado de exactitud su sistema de relaciones reales.

Estas insuficiencias nos orientan hacia la búsqueda de una metodología de enseñanza de las ciencias exactas, que integre epistemológicamente los siguientes elementos:

7. El rescate del Historicismo sobre la base de la toma en consideración de la categoría de la epistemología de la ciencia: Campo Teórico Estructurante. Atendiendo las características curriculares de los contenidos, diversidad, anacronismo, (Aduriz-Bravo 2003).
8. El análisis lógico de las teorías físicas y su campo de validez, así como el papel de los instrumentos matemáticos como vías para la construcción de los modelos, deducciones y comprobación de sus postulados.
9. La reflexión filosófica, epistemológica en torno al conocimiento y las formas de

obtenerlos en la Física y la Matemática, la interdisciplinariedad y los métodos integradores, la caracterización de las diferentes épocas sus paradigmas y su impacto en la ciencia y en el desarrollo social.

10. El carácter ético en la ciencia y su repercusión en la sociedad.

11. El valor del conocimiento científico y su socialización.

Estas interrogantes aparecen de forma implícita en una Competencia Profesional Epistemológica, que recibe el nombre de: *interpretación epistemológica de la construcción y desarrollo de las teorías Axiomáticas-Experimentales*.

¿Cómo determinar las contradicciones en los objetos físicos mediante su análisis genético?

¿Cómo modelar física y matemáticamente los objetos y fenómenos?

¿Cómo determinar el sistema de relaciones entre los componentes de los modelos físicos?

¿Cómo reproducir en los objetos físicos las propiedades universales y a partir de las relaciones de inferencias construir el conocimiento de naturaleza teórica?

¿Cómo emplear los elementos lógicos formales para determinar la veracidad de los resultados obtenidos?

¿Cómo desarrollar un análisis histórico-lógico de la evolución de las teorías físicas y matemáticas?

¿Cómo enfocar de forma integrada la solución de problemas que por su naturaleza se modelen exactamente?

¿Cómo desarrollar un análisis epistemológico integrador del conocimiento en las ciencias exactas?

¿Cómo transponer didácticamente los elementos de epistemología de la Física y la Matemática al proceso de enseñanza-aprendizaje.

La formación del profesor de Ciencias exactas se desarrolla desde una visión epistemológica apriorística, en los objetivos del modelo del profesional no se contemplan explícitamente esta dimensión, desde su contenido, hasta su fundamentación teórico- metodológica.

La reducción de contenidos crea una barrera metodológica en el tratamiento del historicismo en la ciencia que es difícilmente superable. La visión teórico metodológica de los profesores recién graduados no les permite una estructuración de los contenidos a enseñar. La planificación de las actividades docentes está determinada exclusivamente por la estructura científica de los conocimientos.

El docente en formación cuando termina el primer año no posee ni una idea intuitiva de lo que son la Física y la Matemática como ciencias, lo que de forma directa constituye una limitación en la estructuración lógica de los contenidos de las clases y asumen sin reflexión la estructura de los textos de enseñanza.

La reducción del sistema de conocimientos de las disciplinas de la especialidad han conducido a que resulte imposible completar la visión metacognitiva de la naturaleza en torno a estas ciencias, si bien el profesor no debe dominar pormenorizadamente los contenidos de las ciencias su visión epistemológica debe suplir y constituir la base metodológica de su pensamiento integrador. Las disciplinas Física General y Matemática no se complementan temporalmente, lo que constituye un obstáculo en la comprensión del sistema de conocimientos de la Física, fundamentalmente.

CONCLUSIONES

El contenido de las didácticas que se les enseñan permanece en el plano general, factor este que no aporta desde el punto de vista epistemológico elementos teóricos y metodológicos para tratar con los objetos de enseñanza, entiéndase algoritmos, demostraciones, solución de problemas, experimentos, formación de conceptos. La enseñanza de las Ciencias Exactas sigue siendo empírica, dogmática, diferenciadora de la realidad y una de sus causas radica en la incomprensión de los aspectos lógicos dialécticos del desarrollo epistemológico en relación al conocimiento.

El elemento más concluyente de la investigación plantea que la reducción del sistema de conocimientos de los planes de estudios en la enseñanza de las Ciencias Exactas, no se complementa con una disciplina Profesional integradora y una adecuada metodología de su enseñanza, lo que influye negativamente en la concepción profesional metacognitiva del estudiante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aduriz-Bravo, Agustín. Integración de la Epistemología en la Formación del Profesorado de Ciencia. Tesis de doctorado. Octubre. 2001 Universidad de Barcelona.
2. Andréiev, J. Problemas lógicos del conocimiento científico. Moscú, Progreso. 1979.
3. Ajdukiewicz, Kazimierz. Introducción a la filosofía: epistemología y metafísica. Madrid: Ediciones Cátedra, 1986.

4. Alvarez De Zayas, Carlos. La escuela en la vida. La Habana, Pueblo y Educación, 1992.
5. ; Mercedes Buzón Castell y Guillermina Labarrere Reyes. Diseño curricular de la Educación Superior. La Habana: [s.n], 1990.
6. Barco De Surghi, Susana: La intervención docente, la transposición didáctica y el conocimiento escolar. La Plata, UNSL. 1999.
7. Bunge, Mario. Epistemología: curso de actualización. Barcelona, Ariel, 1985.