

¿DIDÁCTICA TRANSDISCIPLINAR DE LAS CIENCIAS NATURALES? DE LA UTOPIA A LA REALIDAD

Transdisciplinary didactic of natural sciences: from utopia to reality

Yuri Expósito Nicot ¹

Luis Roberto Jardimot Mustelier ²

Resumen: El artículo fundamenta la necesidad y posibilidad de la integración de las didácticas especiales de las diferentes disciplinas del área de ciencias naturales para conformar una didáctica interdisciplinaria de las ciencias naturales con carácter transdisciplinario; analiza el lugar de la didáctica de las ciencias naturales entre las ciencias de la educación, sus relaciones con el currículo escolar y las diferentes maneras como se han organizado en los currículos de los diferentes niveles de la educación general.

Palabras clave: Didáctica, Transdisciplinaridade, Ciencias Naturales

Abstract: This article argues for the possibility of integrating different disciplines of the special didactic of natural sciences in shaping an interdisciplinary didactic of natural sciences with transdisciplinary character; also analyzes sciences didactic natural's place among the science education, their relationships with the school curriculum and the different ways they are organized in the syllabus of different levels of general education.

Keywords: Didacticism, Transdisciplinarity, Natural Sciences

Introducción

La enseñanza de las asignaturas de Ciencias Naturales tiene una gran importancia para la formación integral de los escolares en todos los niveles de educación; desde la educación infantil, esta permite formar nociones de las propiedades de los objetos naturales, sentimientos y conductas hacia el cuidado de la naturaleza; luego

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM). yexposito@yahoo.es

² Universidad de Ciencias Pedagógicas "Frank País García" (Santiago de Cuba). ljardinot@yahoo.es, ljardinot@ucp.sc.rimed.cu

sistematizan los conceptos que designan cada uno de dichos objetos y procesos, propiedades, funciones; sin embargo, en los estudios de preparatoria o bachillerato, cuando los estudiantes se encaminan a la selección de su futura carrera universitaria que los hará profesionales en una determinada rama de la ciencia, los servicios o la economía, el estudio de las bases de las ciencias naturales adquiere una connotación superior, dada la mayor implicación que tendrán esos graduados con el medio ambiente natural y las aplicaciones tecnológicas de sus recursos, al cual de una u otra forma se vincularán como parte del ejercicio de su profesión y como habitante de este amenazado planeta en que se desarrolla la vida.

En la medida en que el estudiante va alcanzando niveles cada vez más crecientes de desarrollo intelectual y socialización, estarán en condiciones de asimilar de una manera mucho más activa, reflexiva, crítica y comprometida, los fundamentos de las ciencias naturales, fortaleciendo las convicciones científicas acerca de la materialidad de los objetos y fenómenos naturales, así como los valores humanos asociados a la actividad científica contemporánea, que le permita adoptar actitudes de respeto hacia la naturaleza y compromiso con el porvenir de la humanidad.

No obstante, en la práctica escolar esto no siempre ocurre así, pues aún predominan estilos y formas de enseñar que han sido trascendidas desde hace mucho tiempo por la ciencia de la dirección del aprendizaje: la didáctica, que en el caso de las asignaturas de las ciencias naturales tiene especificidades, dadas por las particularidades de sus objetos de estudio: los sistemas naturales, sus aplicaciones tecnológicas e impactos sociales y ambientales.

En las escuelas e institutos existen ciertas condiciones para la necesaria interrelación que se aspira entre las asignaturas, materias o disciplinas que se estudian como parte del currículo escolar, lo que no siempre se aprovecha, en parte por la parcelación didáctica imperante entre las didácticas especiales, en las cuales se revelan, en ocasiones, diversidad de enfoques, lenguajes y posiciones teóricas. Hasta ahora, esto ha estado limitado por la carencia de una didáctica integral de las ciencias naturales, predominando didácticas de las diferentes asignaturas o disciplinas de esta área: las didácticas especiales de la física, de la biología, de la geografía o ciencias de la Tierra, y de la química.

El presente artículo pretende argumentar la posibilidad y necesidad de proponer una didáctica transdisciplinar para el área de ciencias naturales, que asuma e integre coherentemente, los logros de las didácticas especiales de cada asignatura, permitiendo optimizar la actuación de los profesores que se forman e imparten más de una asignatura en el área, logrando así un mejor trabajo metodológico interdisciplinar en los departamentos o cátedras docentes.

Constituye este la primera parte de una serie de tres artículos acerca de la enseñanza-aprendizaje creador, formativo e interdisciplinar de las ciencias naturales, cuyo punto de partida fue un curso preevento elaborado por el autor, junto a un colectivo de profesores, para el congreso internacional Pedagogía 2011, celebrado en la Habana, Cuba.

1 Didáctica y Currículo

La *Didáctica*, como la disciplina de las ciencias pedagógicas de la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, tiene en el *Currículo* la vía idónea para transformar científicamente este proceso, con la actuación de estudiantes, docentes y directivos. Las teorías, conceptos, principios y metodologías didácticas tienen su expresión práctica en el currículo como el resultado del proceso curricular (conformado este por el diseño, el desarrollo y la evaluación curricular). De ahí que la relación didáctica-currículo sea imprescindible en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje. No se hace nada con una buena didáctica, científica, desarrolladora y formativa, si sus doctrinas no llegan a introducirse en el proceso curricular. No es posible diseñar un currículo sin fundamentos didácticos, lo cual se extiende al resto de las ciencias de la educación, pues es en el currículo donde se materializan los presupuestos teóricos de estas.

En nuestros países latinoamericanos, los currículos han respondido al nivel de desarrollo didáctico alcanzado en cada etapa histórica. Además, frecuentemente se realizan modificaciones curriculares a partir de nuevas necesidades sociales y exigencias científicas, del mismo desarrollo que han estado alcanzando las ciencias de la educación, evidenciado en el aumento vertiginoso de las investigaciones científicas. No obstante, se requiere mayor compromiso y decisiones institucionales en la introducción en el currículo de los avances que se están produciendo continua y vertiginosamente en la didáctica.

1.1 Didácticas de las asignaturas de Ciencias Naturales en el sistema de ciencias de la educación

Las ciencias naturales han penetrado en la educación casi desde sus inicios, tanto en los objetivos y contenidos de enseñanza, como en sus métodos y medios de enseñanza. Los principios de las ciencias han sido objeto de estudio en las escuelas a partir del siglo XIX, fundamentalmente en los grados superiores, tanto de forma integrada, como de manera disciplinar, bajo diferentes denominaciones como son: Estudios de la Naturaleza, Ciencias Naturales, Botánica, Zoología, Biología Humana, Física, Química, Geología, Mineralogía, Geografía Física, entre otras.

En el decurso de la historia de la educación científica se ha asistido a la introducción en la escuela de métodos y formas propias de las ciencias naturales, como son la observación, la experimentación, la demostración, la excursión, el trabajo de campo, la modelación, la problematización, entre otros, que transformaban el estilo tradicional reinante, promoviendo una enseñanza cada vez más científica. Entre los medios de enseñanza fueron incluidos los mismos recursos que utilizaban los

científicos en la investigación de la naturaleza, sus simplificaciones o adaptaciones didácticas, como son los instrumentales y útiles de laboratorio, equipos de medición, aparatos de diversos tipos para la modelación y experimentación de fenómenos y procesos naturales, lupas, microscopios, telescopios, y otros equipos para la observación más precisa de los objetos naturales.

La escuela ha estado siempre atenta a los últimos adelantos en las tecnologías de la comunicación. Así, se introdujo, la fotografía, la retrotransparencia, la televisión, el documental fílmico, el video, el DVD, etcétera. En la actualidad han invadido el escenario escolar medios provenientes de los últimos adelantos tecnológicos en la esfera de las comunicaciones y la informatización como son la computación y el software educativo, la conectividad mediante redes locales y mundiales, entre otros.

Las didácticas de las ciencias naturales son disciplinas pedagógicas cuyos objetos de estudio son el proceso de enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de las ciencias naturales (integrada por las ciencias físicas, químicas, geográficas y biológicas). Como disciplinas didácticas guardan estrechas relaciones con la didáctica general, de la cual asumen sus modelos, categorías, leyes y principios generales, con los cuales elaboran sus propias regularidades.

Como parte de las ciencias pedagógicas, las didácticas de las ciencias naturales tienen sus fundamentos en otras ciencias de la educación, como son la filosofía de la educación, la sociología de la educación, la psicología, la pedagogía, entre otras. De ahí la necesidad de que sus profesores posean una amplia cultura en estas ciencias de la educación, a fin de que comprendan la esencia de las leyes, modelos, metodologías y principios, pudiendo aplicarlas consciente y eficazmente en el proceso curricular, donde esos toman parte durante el trabajo metodológico.

2. Didáctica y enseñanza de las Ciencias Naturales

En el desarrollo histórico de la enseñanza de las ciencias naturales y sus didácticas a nivel mundial se han ido configurando una sucesión de tendencias didácticas, entre las que se destacan las siguientes: *Enseñanza por transmisión de conocimientos (tradicionalista)*, *Aprendizaje por descubrimiento (década del 60)*, *Enseñanza por transmisión de conocimientos para un aprendizaje significativo* (Ausubel, 1978 y Novak, 1979), *Enseñanza integrada de las ciencias*, (fines de los años 70), *Enseñanza informatizada de las ciencias*, *Enseñanza constructivista de las ciencias* (década del 80), entre cuyas tendencias se destacan la del aprendizaje como cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gerzog, 1982) y el aprendizaje como investigación (Gil, 1991). *Enseñanza desarrolladora de las ciencias* (fundamentada en el enfoque histórico-cultural impulsado por Vigotsky y sus seguidores).

Esta última, considera que la enseñanza debe conducir al desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes, la cual tiene lugar mediante los sistemas de actividad y comunicación en los que estos se involucran, mediado por la influencia de todos los sujetos con los que interactúan. Desde el plano didáctico se considera

que el desarrollo del estudiante puede ser dirigido mediante la utilización creadora de objetivos, contenidos, métodos, medios, formas de organización y evaluación de carácter desarrollador y formativo. En esta tendencia se presta especial atención a la formulación y solución de problemas en la enseñanza, que es propio de las ciencias naturales, y contribuye al desarrollo de la creatividad de los estudiantes, así como a la formación de convicciones, sentimientos, valores, actitudes y comportamientos necesarios en la sociedad y que son propios de la actividad científica. Esto se logra partiendo del nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes, a través del diálogo en la actividad colectiva, de carácter desarrollador y con una orientación formativa hacia nuestras necesidades y aspiraciones como sociedad.

Bajo esta última concepción, se ha planteado que la enseñanza de las ciencias debe incluir tres direcciones:

Orientación sociocultural: Orientación educativa basada en la relación Ciencia–Tecnología–Sociedad y la atención a los problemas globales mundiales.

Reflejo de aspectos esenciales de la actividad investigadora contemporánea.

Atención a características fundamentales de la actividad psíquica humana durante la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El autor de este artículo coincide con estas direcciones, a las cuales se le podría añadir otra que se ha estado planteando en los últimos años con más fuerza a partir de las transformaciones en la organización escolar:

- La relación interdisciplinaria de las ciencias (intermateria, interasignatura, etcétera) en el currículo escolar, así como de su didáctica.

En muchos países, los elementos de las ciencias naturales se comienzan a estudiar desde los grados inferiores de la enseñanza elemental o primaria, inicialmente como un acercamiento a los fenómenos naturales que ocurren en nuestro entorno, en relación estrecha con fenómenos sociales e históricos, desde una perspectiva globalizadora del mundo en que vivimos. Más adelante se comienza a introducir elementos de las ciencias naturales de manera interrelacionadas o quizás llegando a integrarse de cierta manera, sin diferenciación disciplinar, iniciándose así el aprendizaje de ciertos conocimientos teóricos de la física, la geografía, la química y la biología a un primer nivel de profundización.

En la educación media básica (de 11 a 14 años) generalmente se introducen contenidos de las diferentes disciplinas de las ciencias naturales de manera más sistematizados, y quizás mediante intentos de integración interdisciplinar, incluso mediante una sola asignatura integradora, lograr en los estudiantes la formación

integral acerca de la naturaleza, en relación con los procesos sociales en torno a esta, con objetivos marcadamente formativos. En algunos países se ha diferenciado ya desde este nivel medio inicial asignaturas de carácter disciplinar como la Biología, la Química, la Física y la Geografía, Geología o Ciencias de la Tierra, con un carácter sistematizador inicial.

Es en el nivel preparatorio para la universidad (bachillerato), donde se profundiza en las bases teóricas y experimentales de las diferentes disciplinas de las ciencias naturales, en asignaturas independientes como Física, Química, Geografía (incluye las Ciencias de la Tierra) y Biología. Estas asignaturas se desarrollan también con una intencionalidad formativa a partir del fin y los objetivos generales establecidos para el nivel, con un enfoque experimental y con el apoyo de modernas tecnologías (video, TV, software educativo, plataformas educativas en red: intranet o Internet).

A pesar de la introducción de estos cambios, a juicio de los autores, aún faltan por resolver numerosas insuficiencias, tanto desde el punto de vista del diseño curricular, como en su implementación práctica. Estas últimas se manifiestan de diferentes maneras atendiendo a las características de los distintos territorios. Desde el punto de vista del diseño, es necesario perfeccionar los programas de las asignaturas, los libros de texto y las orientaciones metodológicas, que y requieren ser actualizados e investigados antes de su definitiva aplicación generalizada. Asimismo, es preciso perfeccionar la concepción de la diversificación del bachillerato, de modo que cumpla la intención para la cual fue concebida, con relación a un mayor acercamiento a los estudios universitarios, fundamentalmente a la actividad científica.

Otro elemento didáctico que merece seguimiento en las transformaciones que se apliquen es la evaluación de la formación integral del estudiante, desde las diferentes asignaturas y de forma integrada.

El establecimiento de relaciones inter asignaturas y el respeto a las relaciones intra asignaturas también requiere ser objeto de estudio a través del trabajo científico, desde la concepción disciplinar o mediante propuestas más avanzadas que logren la integración total del área y la transdisciplinariedad. En tal sentido, primero se debe redefinir el nivel básico común, teniendo en cuenta las transformaciones llevadas a cabo en los niveles precedentes. En este aspecto, el trabajo metodológico intermateria y el desarrollo de una didáctica transdisciplinar son elementos que aún demandan de propuestas innovadoras.

También debían ser objeto de la actividad científica de los docentes la búsqueda de vías para potenciar el trabajo educativo desde las asignaturas de ciencias y la aplicación de los logros de la didáctica en los últimos tiempos, en el diseño de unidades de aprendizaje o sistemas de clases.

En tal sentido la preparación del docente constituye la fuerza motriz fundamental del cambio didáctico y curricular, para lo cual se requiere formar profesores en la carrera de Ciencias Naturales, preparados para enfrentar los retos de la nueva educación

científica. Además de la formación de pregrado, es necesario organizar con los docentes en ejercicio un trabajo metodológico, que junto a la superación continua, propicie la preparación de los mismos desde su puesto de trabajo, a distancia o en las Universidades.

La preparación metodológica es la clave para el trabajo de integración intermateria y la orientación formativa de los contenidos, junto al resto de las acciones metodológicas que debe realizar un docente como preparación previa para el trabajo docente-educativo, en este caso con un carácter marcadamente colectivo, en el cual los más preparados ayudan y acompañan a los otros, incluyendo los docentes en formación que laboran en las escuelas como parte de su preparación laboral.

3. Hacia una didáctica integradora y transdisciplinar de las ciencias naturales

En los últimos años se ha redefinido el concepto Didáctica, a la cual se ha atribuido además el calificativo de integradora, por asumir el desarrollo integral de la personalidad de los alumnos como resultado de su actividad y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (M. Álvarez, 2004). Esta nueva definición concibe la Didáctica no sólo como teoría de la enseñanza (de la didaxis), sino también del aprendizaje, teniendo en cuenta el vínculo entre educación, instrucción y desarrollo.

Para lograr una interdependencia, convergencia y complementariedad entre las asignaturas escolares, es necesaria una formación didáctica interdisciplinaria, que le permita favorecer perspectivas transversales que contemple el establecimiento de metodologías, lenguajes y técnicas comunes, alcanzando el nivel transdisciplinar. Asimismo plantea que en la elaboración de la teoría de una tal didáctica, específicamente, de una didáctica de las ciencias (¿y la tecnología?) se ha avanzado en lo que respecta a la determinación de las ideas sociológicas, epistemológicas, psicológicas y pedagógicas que le pueden servir de base, al esbozo de sus objetivos, a la elaboración de criterios para la selección del contenido y la elaboración de metodologías generales.

Es criterio de dicha autora, que aunque no existen muchas experiencias en relación con la práctica de la interdisciplinariedad, las puntuales que se han desarrollado indican que esta es una vía importante para crear motivos e intereses hacia el aprendizaje, hacer la enseñanza grata y vinculada a la vida, activar a los alumnos y capacitarlos para que adquieran estrategias de aprendizaje que les permitan resolver problemas reales, dando rienda suelta a su creatividad. También considera que la consolidación de estilos cooperativos de trabajo entre los profesores, la ampliación de su cultura y la actualización didáctica, así como la conjugación de un clima de libertad para crear, unido al necesario control y la evaluación del desempeño docente, son algunos de los retos más importantes a vencer en lo adelante.

El análisis de cada una de las categorías didácticas, aplicado al proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas del área de Ciencias Naturales, permite revelar la existencia de muchos elementos comunes, que posibilitan sintetizar, en un

enfoque transdisciplinar, una Didáctica de las Ciencias Naturales en la que se apliquen los presupuestos y exigencias del enfoque histórico-cultural de Vigotsky y seguidores.

En el establecimiento de dicha didáctica transdisciplinar es necesario precisar su interobjeto, el cual a juicio del autor es el proceso de enseñanza-aprendizaje de los objetos, fenómenos y procesos de la naturaleza, de modo que contribuya más eficientemente al desarrollo y la formación integrales de los estudiantes.

La transdisciplinariedad didáctica requiere la aplicación del análisis comparativo disciplinar para la búsqueda de los elementos comunes y las relaciones existentes en las didácticas especiales de las asignaturas implicadas, la modelación teórica y la síntesis transdisciplinar en cada uno de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, que revelarán las regularidades para la optimización del proceso de dirección de las diferentes asignaturas que integran el área desde posiciones didácticas integradoras.

En los momentos actuales, la enseñanza de las ciencias está exigiendo un mayor énfasis en el establecimiento de relaciones intermaterias o interdisciplinarias, hasta alcanzar incluso determinado nivel de integración transdisciplinar, al menos desde el punto de vista de la concepción didáctica de la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje. Lo anterior se basa en los siguientes presupuestos:

1. Las ciencias naturales constituyen un sistema íntegro, en el cual cada una de sus disciplinas se apoya o contribuye al desarrollo de las otras, tanto en lo conceptual como en lo metodológico, llegando incluso a integrarse a través de las denominadas disciplinas fronteras como la bioquímica, la biofísica, la fisicoquímica, la geoquímica y la biogeografía, entre otras.
2. A pesar de existir algunos medios, técnicas y procedimientos específicos para las diferentes disciplinas que integran las ciencias naturales, según los diferentes niveles en que se ubica el objeto de estudio de cada una, el modo de actuación en la actividad investigadora de la naturaleza incluye aspectos básicos comunes, como son: la formulación y solución de problemas, la búsqueda de información, la elaboración y argumentación de hipótesis y predicciones, la creación y utilización de modelos, el diseño y ejecución de experimentos y prácticas de campo, la aplicación del método experimental, la realización de cálculos, el procesamiento de datos, el análisis crítico y la discusión colectiva de los resultados, su presentación ante la comunidad científica. Todo esto es parte importante de la didáctica general.
3. La existencia de objetivos comunes en las diferentes asignaturas del área, fundamentalmente dirigidos a la formación de una concepción científica acerca de la naturaleza y de las relaciones del hombre con esta; así como, la comprensión de la necesidad de un uso racional de las aplicaciones tecnológicas en beneficio de la humanidad.

4. Las estrechas relaciones existentes entre los contenidos de las diferentes asignaturas del área: sus conocimientos (fenómenos, conceptos, modelos, principios, leyes, teorías), las habilidades intelectuales y prácticas que se pueden desarrollar, los valores y actitudes propias de las ciencias, como son: honestidad, laboriosidad, perseverancia, colectivismo, desinterés, altruismo, rigor, precisión, participación, en las cuales unos sirven de base y fundamento a los otros.
5. Similitud de métodos didácticos a utilizar, que coinciden con la incorporación a la escuela de la observación, la experimentación, la modelación, el hipotético-deductivo, entre otros, como métodos empíricos y teóricos fundamentales del trabajo científico en esta área.
6. La necesidad común del trabajo vivencial de los estudiantes en la naturaleza, la producción y los servicios, vinculados a estas ciencias a través de excursiones, trabajos de campo, etc., como vías para la vinculación con la vida y la formación de motivos e intereses vocacionales y preprofesionales.
7. La organización del trabajo de los docentes por área de conocimientos, que ha hecho posible que un mismo profesor dirija el proceso de enseñanza-aprendizaje de varias asignaturas del área, lo que les permite una preparación más integral en sus objetivos, contenidos y metodologías. La posibilidad de transitar con sus estudiantes por los tres grados del ciclo tiene, además, la ventaja de que los docentes puedan alcanzar una más amplia y profunda preparación teórico-metodológica en las asignaturas de esa área.
8. La estructura departamental del profesorado, integrado por los docentes de las diferentes asignaturas del área, ofrece el escenario idóneo para el desarrollo del trabajo metodológico interdisciplinario, con la colaboración de todo el colectivo del departamento.

Conclusiones

En los momentos actuales, existen condiciones para pasar a un estadio superior de desarrollo de las didácticas de las ciencias naturales, caracterizado por un mayor acercamiento entre estas y en algunos casos una cierta unificación de los elementos que la determinan, en aras de lograr una mayor integración del trabajo de los profesores del área en los departamentos docentes de los institutos preuniversitarios, lo cual favorece un mejor establecimiento de las relaciones intermaterias.

Es posible el desarrollo de una didáctica de las ciencias naturales de carácter transdisciplinar, a través de un proceso de construcción colectiva, basado en la investigación científico-pedagógica interdisciplinar y la sistematización del trabajo de los docentes, lo cual solo será posible si se produce una apertura y se dejan a un lado posiciones centradas en el predominio de la especialización a ultranza, así como la valoración colectiva de los logros y limitaciones de cada una de las didácticas especiales de las asignaturas que componen al área.

Referencias

Álvarez Pérez, M. **La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.** 2004.

Álvarez Pérez, M. La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias; R. Portela: **La enseñanza de las ciencias desde un enfoque integrador,** 2004.

Basado en los resultados del Programa IBERCIMA. Gil, D. y M. de Guzmán. **Enseñanza de la Ciencias y la Matemática,** OEI, 1993.

Valdés, P. y R. Valdés: Citados por C. E. Pérez A. En: **Apuntes para una Didáctica de las Ciencias Naturales.** Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2004, p.63.

J. Zilberstein y R. Portela: Hacia una concepción desarrolladora en la didáctica de las ciencias. En: Interdisciplinariedad: **Una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.** Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2004.