

Universidad de Medellín

La interdisciplina, entendida como estrategia metodológica de integración de contenidos*

Andrea Revel Chion**

Recibido: 13 de marzo de 2013

Aprobado: 23 de abril de 2013

RESUMEN

Se presentan las diferentes modalidades de interdisciplina en función de los grados y las formas de integración de las disciplinas para ámbitos de la investigación y la enseñanza. Se analizan los impactos que tiene en el aprendizaje la estructura curricular exclusivamente disciplinar imperante en la escuela secundaria y se propone una modalidad de integración de contenidos que amortigüe la parcelación derivada de dicha estructura. La implementación de instancias de integración de contenidos de diferentes asignaturas en

el tratamiento de problemas complejos –que superan los límites de una disciplina aislada– podría impactar positivamente en el logro de algunas competencias esperables tales como la comprensión de algunos aspectos de la realidad –social y natural–, siempre compleja y multicausal, el pensamiento crítico y la participación responsable.

Palabras clave: interdisciplina, integración de contenidos, problemas complejos, perspectiva metadisciplinar.

* Este texto hace parte de una investigación con el mismo nombre adscrita al Grupo HEyD. Grupo de Historia, Epistemología y Didáctica. Instituto CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires-Argentina.

** Doctora en Ciencias Naturales con orientación en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Buenos Aires. Docente e investigadora en el Instituto CeFIEC de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Tiene a su cargo el curso Didáctica Específica I del profesorado de Biología del Instituto Superior del Profesorado Joaquín V. González. Es profesora de escuela media y participa del Programa de Escritura en la Escuela. Correo electrónico: andrearevelchion@yahoo.com.ar

Inter-discipline Understood as a Methodological Strategy of Content Integration

ABSTRACT

Different modalities of inter-discipline in function of grades and ways of integration of disciplines for research and teaching are presented. High school current curricular structure impacts on learning are analyzed and an integration modality of contents which soften the division resulting from such a structured is proposed. The implementation of content integration instances of different subjects in the treatment of complex problems – which overcome the

limits of an isolated discipline. Could positively impact in the achievement of some expected competences such as the understanding of some aspects of natural and social reality, always complex and multi-causal, critical thinking and responsible participation.

Key words: inter-discipline, integration of contents, complex problems, meta-disciplinary perspective.

Introducción

La estructura curricular de la mayoría de los sistemas educativos es básicamente disciplinar, es decir, sustentada en la observancia de la estructura interna de cada una de las disciplinas. Torres Santomé (2006) afirma que este hecho presenta un correlato con ciertas corrientes del pensamiento económico y, en este sentido, señala que en los inicios del siglo XX se identifica un cambio radical en los sistemas de producción empresarial basado principalmente en el abaratamiento de la mano de obra y en la separación del trabajo manual del intelectual. La fragmentación de los puestos de trabajo conduce a la incompreensión por parte de los trabajadores de la tarea que realizan, lo que favorece un mayor control por parte de los empresarios. A esta modalidad de organización del trabajo –taylorismo– le sucede el fordismo, de la mano de Henry Ford que incorpora la cadena de montaje a la industria automotriz, para organizar y distribuir las tareas desde una cinta transportadora. En el ritmo de trabajo, ahora marcado por esta, los obreros no alcanzan a comprender los pasos completos de la producción, por lo que la mayor parte de los puestos de trabajo pueden ser desempeñados por cualquier persona. Ford opinó que el trabajo que un obrero realiza es tan fácil que hasta el individuo más estúpido puede, en dos días, aprender a ejecutarlo (Neffa, 1998).

Torres Santomé (2006) plantea que el proceso de fragmentación de las tareas en el ámbito de la producción se reproduce dentro de las instituciones escolares en las que las prácticas educativas adoptadas impiden la reflexión crítica y la participación; sus contenidos son abstractos e inconexos, plagados de datos detallados que son aceptados y repetidos –en muchas ocasiones mecánica y acríticamente– por los estudiantes. En sus propias palabras:

Las políticas y prácticas educativas de ese mismo momento histórico también estaban siendo denunciadas porque sus resultados prácticos contribuían a impedir la reflexión crítica sobre la realidad y la participación en la vida comunitaria. Los contenidos culturales con que los niños y niñas entraban en contacto durante el tiempo de su permanencia en las instituciones escolares eran demasiado abstractos, inconexos y, por tanto, incomprensibles. Desde comienzos de este siglo, John Dewey, uno de los fundadores de la Escuela Activa, arremete contra unos centros de enseñanza que obligan al alumnado a trabajar con una excesiva compartimentalización de la cultura en asignaturas, temas, lecciones, y con una gran abundancia de simples y anecdóticos detalles. El resultado de un panorama similar es que niñas y niños recurren como estrategia para sobrevivir en las aulas a acumular en sus mentes una “sobrecarga de fragmentos inconexos, solo aceptados basándose en la repetición o la autoridad” (Torres Santomé, 2006, p.20).

La escuela repite el modelo del mundo productivo y, en este modelo, los profesores intentan ejercer autoridad, generar obediencia, imponer el pulso de las tareas y favorecer la memorización. Los estudiantes, a su tiempo, procuran recordar la sobrecarga de datos y conceptos presentados, mayoritariamente

inconexos y en muchas ocasiones enfrentan claras dificultades para otorgarles significatividad; como alternativa a esta escasa comprensión los estudiantes enfatizan otros aspectos menos relevantes tales como la puntualidad, la prolijidad y el orden. En este panorama las notas, equivalentes a los salarios de los trabajadores, adquieren una relevancia desmedida.

Posiblemente en virtud de la persistencia de este panorama y con la voluntad de modificarlo, algunos sectores del colectivo docente se volcaron, de un modo algo irreflexivo en muchos casos, a proyectos interdisciplinarios o integrados con el propósito de que los estudiantes establecieran mayores conexiones entre los contenidos escolares de las diferentes asignaturas, adquirieran mayores niveles de significatividad y mejoraran las habilidades para resolver problemas.

Algunas modalidades curriculares proponen la integración de las diferentes disciplinas científicas; así los planteos de ciencia coordinada, ciencia combinada, pluridisciplina, multidisciplina, interdisciplina, transdisciplina y otros son matices de un enfoque que, en esencia, intenta garantizar la integración sin perder lo particular que compete a cada una de ellas. La histórica controversia entre disciplina e interdisciplina sigue vigente.

La inclusión de instancias de integración de contenidos está, al menos en parte, determinada por las concepciones de ciencia y las finalidades que los profesores le reconocen a la educación científica; en virtud de esto se abordarán someramente ambas cuestiones.

Desarrollo

La ciencia a enseñar

La vasta investigación existente en torno a la línea denominada “pensamiento del Profesor” (Porlán y Martín, 1996; Shulman, 2005; Adúriz-Bravo, 2005; Benarroch & Marín 2011) ha dado cuenta de la importancia de considerar las creencias que el colectivo docente sostiene respecto de la imagen de ciencia y el modo en que conciben su enseñanza. Las concepciones en relación con el método científico, los criterios de verdad, los modos de construcción del conocimiento científico y los grados de acuerdo y desacuerdo en relación con los valores de cada una de estas dimensiones, condicionan fuertemente las decisiones en relación con los modos de enseñar y presentar la ciencia en la escuela.

Numerosas investigaciones (Lederman, 2006; Manassero & Vázquez, 2001; Gallegos, & Bonilla, 2009; Pujalte, 2009 y 2011) dan cuenta de que, en general, los profesores participan de una concepción mítica del progreso científico. En este sentido, la ciencia ocupa un lugar privilegiado entre las producciones humanas y cuenta con un alto reconocimiento social. Dentro de la escuela, el método científico es presentado muy extendidamente como un modo único y

rígido que promete el acceso al conocimiento verdadero y acabado. La ciencia se estructura con un carácter objetivo, a-histórico, estático, absoluto, incuestionable y neutral, condiciones que dificultan la adquisición por parte de los estudiantes de un pensamiento acorde con las tendencias más actuales en relación con estos aspectos.

Estas perspectivas, asociadas a un currículum fuertemente disciplinar, dejan poco espacio para concebir la integración de contenidos con otras disciplinas, en especial si las vinculaciones involucran a las ciencias sociales, como efectivamente reclaman algunas problemáticas tales como el cambio climático, la salud de las poblaciones o el deterioro de los ecosistemas.

Las finalidades de la enseñanza de las ciencias

Desde la perspectiva de las finalidades propedéuticas, es decir, aquellas centradas en una ciencia adecuada para proseguir estudios universitarios, los contenidos que deben ser seleccionados, enseñados y aprendidos son los clásicos y tradicionales que, por otra parte, son frecuentemente retomados y profundizados en las diferentes ramas de las facultades de ciencias. La finalidad propedéutica no reconoce las vinculaciones con otras disciplinas y en este sentido, Bernstein (1993) plantea que las disciplinas o materias singulares son narcisistas, orientadas hacia su propio desarrollo más que hacia aplicaciones fuera de sí mismas, lo que dificulta o imposibilita visualizar la necesidad de otros campos disciplinares.

En contraste con las concepciones propedéuticas, la concepción de “ciencias para todos” o “alfabetización científica” (Acevedo Díaz, 2004; Furió et al, 2001; Gil y Vilches, 2001) es una modalidad que tiene como destinataria a la población en general y no solo a aquella porción que continuará con estudios universitarios en alguna rama de la ciencia. El objetivo que subyace a esta propuesta es el desarrollo de capacidades de interpretación y comprensión de contenidos y fenómenos científicos, y su aplicación a contextos y situaciones extraescolares, es decir, competencias para comprender el mundo y actuar eficientemente en él.

Osborne y Freyberg (1995) denominan “ciencia escolar” a la reformulación de la ciencia del ámbito puramente científico de manera tal de otorgarle características acordes para ser enseñada, lo que se logra por un proceso de transposición didáctica. En este proceso la ciencia que el profesor expone en la escuela adquiere particularidades que la hacen diferente de la que se construye en el ámbito científico y de la que, finalmente, puede reconstruir el alumno.

Según Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997) los profesores suelen pensar que la reelaboración del conocimiento científico en función de su enseñanza consiste en

- Eliminar lo excesivamente complejo o abstracto.
- Elegir y presentar aquellas experiencias prácticas que garanticen el éxito, es decir, que reproduzcan fielmente el fenómeno a demostrar.
- Presentar secuencias únicas de conceptos y procedimientos.
- Aprendizaje de definiciones y conceptos invariables.

Este modo de concebir la reelaboración y presentación del conocimiento científico escolar podría acarrear consecuencias tales como que este no se logre estructurar integradamente y que, por el contrario, se muestre como una conjunción de teorías y modelos que actúan en ámbitos diferenciales y concretos. Esto es lo que Claxton (1991) ha dado en llamar cognición fragmentada. Esta concepción parte de asumir que no es necesario modificar el conocimiento cotidiano y que la tarea de la escuela es enseñar la ciencia tal como es.

Los profesores suelen afirmar que el aprendizaje de las ciencias debe impactar en los desempeños en la vida cotidiana de los estudiantes, sin embargo, es evidente que la gran mayoría enfrenta dificultades o directamente fracasa en transferir o aplicar lo aprendido en las clases de ciencias a los contextos extraescolares. El mismo Claxton (1991; 1999) apunta, como una razón de ese fracaso, al hecho de que los problemas cotidianos son muy diferentes a los problemas científicos que se proponen en la escuela: mientras que los primeros son problemas abiertos, no susceptibles de tratamiento por el método científico “tradicional”, los segundos son problemas cerrados, con pocas variables que, además, pueden controlarse y modificarse.

La enseñanza de una ciencia para todos es un modo posible de democratizar el conocimiento científico, ya no con la mirada puesta en aquellos estudiantes que profundizarán en sus estudios universitarios, sino dotando a todos los ciudadanos de informaciones para interpretar fenómenos y actuar de forma crítica y responsable tanto en el contexto escolar como en el extraescolar. La ciencia escolar debería propiciar que los estudiantes reconozcan la vinculación que los contenidos científicos tienen con el mundo real, de manera tal de evitar la fragmentación del conocimiento en ámbitos diferentes y no limitar las experiencias escolares a las “clásicas” que, generalmente, muestran un único resultado esperado. Tal como sugiere Izquierdo Aymerich (2005), se reclama que los profesores enseñen conocimientos útiles y asequibles para toda la población, alfabetización científica y competencias básicas pero también que se priorice la “sabiduría” en oposición a la esterilidad del enciclopedismo.

La hegemonía de las disciplinas en la enseñanza. El currículo disciplinar

El paradigma positivista afianzó la fragmentación del conocimiento en disciplinas científicas; esta fragmentación se reprodujo en la estructura curricular

en la que cada una de las asignaturas escolares desarrolla sus contenidos con escasa o nula vinculación con otras. Esta falta de vinculación se sostiene tanto con las disciplinas vinculadas a las ciencias naturales y como, especialmente, con las del área de las ciencias sociales.

En general, podría acordarse que una disciplina refleja una porción de la realidad que, delimitada y organizada, ha sido investigada desde ciertos marcos conceptuales y metodológicos. Según Fourez (1994) se puede considerar a las disciplinas científicas como si fueran islas organizadas, a lo largo de la historia, en torno de ideas o conceptos estructurantes (la biología estaría organizada alrededor de la noción de "ser vivo" y la historia en torno de las nociones de proceso histórico, cambio social y multicausalidad, por ejemplo). Cada disciplina, en función de sus límites, su jerga, sus técnicas, procedimientos y teorías, tiende a ser autónoma, y sus objetos de estudio suelen ser concebidos autosuficientes para explicar aquella porción de la realidad de la que se ocupan. En este sentido se niegan y/ o evitan los vínculos con otros cuerpos de conocimiento, ya sea esto explícito o no.

El paradigma positivista impuso las condiciones que debían ser cumplidas por los diferentes cuerpos de conocimiento para ser conceptualizados como disciplinas o ciencias (Torres Santomé, 1994). Dichas condiciones giran en torno del carácter observable o formalizado del objeto de estudio, la susceptibilidad de ser manipulado por métodos o procedimientos y la elaboración de leyes capaces de dar cuenta de los fenómenos y su predicción. Será justamente la rigidez de estas consideraciones la que negará el carácter científico de las ciencias sociales y la que, a su tiempo, desconocerá o minimizará el impacto y la influencia que los procesos sociales e históricos ejercen en su construcción.

El paradigma positivista también tendió a una compartimentación de especialidades que devino en una visión mutilada de la realidad; así, el desarrollo de las disciplinas científicas fracturó los saberes y esa fractura incidió sobre el estudio de ciertas temáticas como la ambiental y la salud, que no son una mera parcela de la realidad sino sistemas complejos que conforman un todo. Algunos de estos estudios devinieron en un análisis incompleto como lo representa el que se realiza a través del modelo biologicista de la salud de las poblaciones, que hace foco únicamente en los aspectos biológicos involucrados en la aparición de enfermedades.

En esta línea, Morin (1999, p.16) afirmará:

Detrás del desafío de lo global y lo complejo se oculta otro desafío, el de la expansión descontrolada del saber. El crecimiento ininterrumpido de los conocimientos edifica una gigantesca torre de Babel, en donde zumban lenguajes discordantes. La torre nos domina porque no podemos dominar nuestros saberes. T. S. Eliot decía: *¿Dónde está el conocimiento que perdemos con la información?* El conocimiento es solo conocimiento

en tanto es organización, relación y contextualización de la información. La información constituye parcelas de saberes dispersos. En todas partes, en las ciencias y en los medios de comunicación, estamos sumergidos en información. El especialista de la disciplina más restringida ni siquiera puede llegar a conocer las informaciones de su campo (...) los conocimientos fragmentarios no sirven para otra cosa que no sean usos técnicos. No llegan a conjugarse para alimentar un pensamiento que pueda considerar la situación humana, en la vida, en la tierra, en el mundo, y que pueda afrontar los grandes desafíos de nuestro tiempo. No logramos integrar nuestros conocimientos para la conducta de nuestras vidas. De ahí el sentido de la segunda parte de la frase de Eliot: *¿Dónde está la sabiduría que perdemos en el conocimiento?*

En las escuelas, la forma dominante de organización de los contenidos curriculares es la disciplinar yuxtapuesta, lo que generaría, en principio, una contradicción con los fines educativos vinculados a la comprensión de la complejidad de los problemas de la realidad social y natural. A modo de ejemplo, una de las funciones que otorga a la escuela el Ministerio de Educación de la provincia de Buenos Aires, Argentina (2012) estipula:

Garantizar prácticas de enseñanza que permitan el acceso al conocimiento, a través de las distintas áreas, campos y disciplinas que lo integran y a sus principales problemas, contenidos y métodos, incorporando a todos los procesos de enseñanza saberes científicos actualizados como parte del acceso a la producción de conocimiento social y culturalmente valorado, para comprender y participar reflexivamente en la sociedad contemporánea.

Sin embargo, el dominio por parte de los estudiantes exclusivamente de los contenidos de cada asignatura es la condición para aprobar los diferentes ciclos lectivos y, en la mayoría de los casos, la única meta educativa perseguida es precisamente esa.

La relación entre los diferentes contenidos del currículo pierde relevancia y, al respecto, Torres Santomé plantea:

Con estas modalidades curriculares los alumnos aprenden, por ejemplo, que las matemáticas, y especialmente ciertos matices de estas son importantes, aunque no comprendan bien para qué sirven ni tampoco lleguen a utilizarlos en su vida cotidiana, porque sencillamente no son aspectos básicos. Piensan, asimismo, que las matemáticas son más valiosas y sustanciales que las ciencias sociales y la plástica; que es más decisivo saber gramática que saber expresarse correctamente, o que cierto vocabulario e, incluso, idioma es más importante que otro, etc. En resumen, en la mayoría de las ocasiones, el resultado es una especie de sacralización o idolatrización del saber, pero no se comprende, porque no se capta su utilidad, su funcionalidad (Torres Santomé, 1994, p.108).

La presentación de la cultura escolar exclusivamente bajo el formato tradicional por asignaturas podría atentar con el logro de una concepción integral de la realidad social y natural en virtud de que las problemáticas complejas, que sobrepasan los límites de las disciplinas tradicionales son generalmente descartadas o abordadas solo tangencialmente.

¿La interdisciplina es una alternativa?

Frente a las falencias que plantea el modelo fragmentado disciplinar en la enseñanza, surgen al menos dos interrogantes. Primero, si el formato interdisciplinar puede ser una alternativa viable que amortigüe aquellas falencias y, segundo, si su implementación en la escuela secundaria es posible, al menos, a propósito de algunas problemática como las mencionadas en los apartados anteriores.

En relación con el primero de estos interrogantes, Cerejido sostiene:

Hay evidencias de que, entre los pródromos de la decadencia griega, se produjo una compartimentación del conocimiento: se acentuaron la especialización y los límites entre las distintas disciplinas. Por el contrario, se sabe que muchos períodos de florecimiento del saber fueron precedidos por una disolución de las barreras entre las disciplinas que, hasta ese momento, habían estado separadas. Así, el enorme progreso de la química cuando se la enfocó con criterios físicos –que dio lugar a lo que hoy conocemos como fisicoquímica-, y los adelantos de la biología cuando se combinaron conocimientos biológicos con conocimientos químicos, atestiguan esa increíble fertilidad que es fruto de la mezcla de dos compartimientos del saber, de ese mirar el cuerpo de conocimientos de una disciplina desde el andamiaje conceptual de otra disciplina (Cerejido, 1990, p.56).

En esa misma línea, Morin (1999) afirma que la excesiva compartimentación de las ciencias que abordan sus campos de estudio desconectados de otras, es decir, con una visión fragmentada, limita el análisis de cuestiones complejas o da por resultado soluciones y conclusiones parciales que pueden encarnar errores, producto de la propia atomización de los contenidos.

Los casos relativos a las cuestiones ambientales, por ejemplo, dan cuenta de los riesgos que supone no contemplar otras miradas –además de las tradicionales provenientes de la biología– en su abordaje. Las diferentes disciplinas que son corrientemente obviadas o excluidas en el análisis y la toma de decisiones de aquellas problemáticas podrían aportar datos relativos a su complejo entramado.

Una visión simplificada lineal resulta fácilmente mutilante. Por ejemplo, la política del petróleo crudo tenía en cuenta únicamente al factor precio sin considerar el agotamiento de los recursos, la tendencia a la independencia de los países poseedores de esos recursos, los inconvenientes políticos. Los políticos habían descartado a la Historia, a la Geografía, la Sociología, la política, la religión, la mitología, de sus análisis. Esas disciplinas se tomaron venganza (Morin, 1999, p.116).

En relación con la segunda cuestión planteada, la posibilidad de aplicar el concepto de interdisciplina a la Educación Secundaria, como un intento de amortiguar las falencias que exhibe el formato disciplinar, ha aparecido repetidamente en las discusiones y reflexiones en torno a la enseñanza en este nivel. En este sentido, desarrollar propuestas interdisciplinarias implicaría, atendiendo al carácter complejo de la realidad, incorporar a su estudio todos los aspectos que la componen o impactan en ella: políticos, sociales, económicos,

físicos, químicos, biológicos y axiológicos, y analizar las interacciones que se establecen entre ellos. Algunos de los problemas a los que se debe hacer frente en la actualidad, tales como las desigualdades en la distribución mundial de alimentos, el deterioro ambiental, la emergencia y reemergencia de enfermedades y otras, no se encuentran limitados a una sola disciplina, sino que su análisis exige de múltiples miradas disciplinarias, es decir, son problemas complejos¹.

Tanto los orígenes como las repercusiones de estas problemáticas deben ser investigados con la cooperación de diferentes fuentes de conocimiento y metodologías; ahondar en este tipo de cooperaciones podría amortiguar las atomizaciones resultantes de los enfoques exclusivamente disciplinares. En esta línea de pensamiento, Torres Santomé afirma:

La interdisciplinariedad es una filosofía que requiere de la convicción y, lo que es más importante, la colaboración; nunca puede estar apoyada por coacciones o imposiciones. Lo importante es explicar y hacer ver cómo existen informaciones, conceptos, metodologías, procedimientos, etc., que tienen utilidad y sentido en más de una disciplina, algo que cualquier historia de la ciencia y la tecnología pueden demostrar profusamente (...) Charles Darwin utiliza conocimientos de geología para construir su teoría de la evolución biológica; el descubrimiento del DNA le debe mucho a la mecánica cuántica y a la cristalografía; las dataciones arqueológicas precisan de determinados conocimientos y tecnologías químicas para poder realizarse (Santomé, 1994, p.80).

Modalidades de interdisciplina

El concepto de interdisciplina reiteradamente ha presentado controversias en relación con sus alcances, las posibilidades de implementación en la educación y los objetivos perseguidos, como consecuencia de todo lo cual no hay acuerdos generales. Algunas categorizaciones tales como: pluridisciplina, multidisciplinaria, transdisciplina indican diferentes niveles o grados de integración de los conocimientos. Otras propuestas limitan el uso del término interdisciplina para los ámbitos de la investigación científica y las posibles ramas de conocimiento emergentes de la colaboración de dos o más disciplinas; en esta línea afirman que lo único que puede realizarse en la escuela son integraciones conceptuales entre diferentes disciplinas con el objetivo de ampliar el análisis o potenciar las relaciones entre las mismas. A continuación se presentan algunas modalidades en relación con los grados de integración, producto de los intentos de llegar a un acuerdo respecto de los alcances de cada uno de ellos.

¹ Los problemas complejos son aquellos en los que los procesos que determinan su funcionamiento son múltiples, es decir, que este tipo de problemas son la resultante de la confluencia de diferentes factores que interactúan entre sí (García, 2005).

1. Modalidades en relación con el grado de integración

Dado que la interdisciplinariedad se sitúa en el plano epistemológico, puede considerarse que se refiere a la cooperación de disciplinas diversas, que contribuyen a una realización común y que, su asociación, contribuye a hacer surgir y progresar nuevos conocimientos (UNESCO, 1983).

D' Hainaut (1986) expone que, en el marco del simposio realizado por la UNESCO en Bucarest en 1983, "Interdisciplinarity in higher education", se acordó una clasificación de acuerdo con el grado de integración de las disciplinas. En dicha oportunidad se sugirió que los mayores niveles de interdisciplinariedad se lograrían cuanto más integradas se encontraran las disciplinas y cuanto menor dominio de una sobre otras se visualizara. La clasificación elaborada en dicha oportunidad destinada a los ámbitos de la investigación científica fue la siguiente:

- La transdisciplinariedad es un estado de equilibrio total en la influencia de las disciplinas en cuestión y representa el mayor nivel de coordinación posible. Supone la optimización de los contactos o de la comunicación y puede dar lugar a la creación de una nueva disciplina.
- La interdisciplinariedad tiene un alcance menor que la transdisciplinariedad en cuanto a la coordinación o la comunicación cruzada. En cambio, se mantiene el equilibrio entre la influencia de las disciplinas en cuestión. El efecto total de los elementos cuantitativos y cualitativos no basta para crear una nueva disciplina aunque pueden discernirse elementos analíticos que resultarían útiles para iniciar ese proceso.
- La disciplinariedad cruzada difiere cuantitativamente y cualitativamente de la interdisciplinariedad. En lo cualitativo, desaparece el equilibrio en las influencias disciplinares, por lo que se identifica el predominio de una sobre las otras, que es la que determina todas las premisas importantes.
- La pluridisciplinariedad se caracteriza por que la comunicación entre disciplinas exhibe contactos más débiles o esporádicos que en la disciplinariedad cruzada, pero los mismos son más simétricos que en el caso de la disciplinariedad cruzada.
- La multidisciplinariedad es la forma menos desarrollada de interdisciplinariedad. La comunicación entre los diversos medios se reduce al mínimo.

El mismo simposio se abocó, posteriormente, al análisis de la inclusión de la interdisciplinariedad en la enseñanza general, para lo cual los participantes elaboraron un plan más acotado en el que estipularon las siguientes definiciones:

- La multidisciplinariedad es la mera yuxtaposición de disciplinas diferentes sin relación aparente entre ellas.

- La pluridisciplinariedad es la yuxtaposición de disciplinas relacionadas en algún sentido.
- La interdisciplinariedad es una forma de cooperación entre disciplinas diferentes a propósito de problemas cuya complejidad es tal que solo pueden abordarse mediante la convergencia y la combinación prudente de diferentes puntos de vista.
- La transdisciplinariedad hace alusión a un sistema axiomático general o a una teoría que permite reunir a un grupo de disciplinas.

De acuerdo con esta última categorización, la multidisciplinariedad no representaría una forma de integración de las disciplinas ya que, en torno a un tópico escolar en particular, cada una de ellas realiza aportes pero ignorando los hechos por las otras. En el ámbito de la escuela media, los tradicionales viajes de estudio representan una instancia de este formato ya que, durante los mismos, los profesores de las diferentes asignaturas se limitan a indicar, mostrar o llamar la atención acerca de los eventos o elementos en los que sus disciplinas se ven involucradas. Sin embargo, esta modalidad de asociación disciplinar podría representar un medio para la exploración de los elementos de cada una de ellas de manera tal de revelar los elementos comunes y, una vez identificados, se podría proceder a la integración de los mismos con el propósito de abordar un problema complejo.

En 1985, de Felice, Giordan y Souchon elaboraron el informe publicado por UNESCO: "L'approche interdisciplinaire en éducation relative à l'environnement", en el que se consideraron tres formas posibles de integración de disciplinas en la enseñanza: pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, para cada una de las cuales delimitaron los alcances siguientes:

- Pluridisciplinariedad: solo exige la intervención de varias disciplinas y se limita a menudo a su yuxtaposición o enunciación.
- Interdisciplinariedad: supone un conocimiento adecuado de los conceptos entre las diferentes disciplinas y se funda esencialmente en un enfoque sistémico.
- Transdisciplinariedad: es una asociación más ambiciosa y supone una unificación conceptual entre disciplinas.

Más tarde Fourez (1997) reformuló la categorización anterior y propuso:

- Pluridisciplinariedad: estrategia en la que se invita a representantes de diferentes disciplinas a exponer los modos en los que consideran una situación en función de la perspectiva de su disciplina, pero teniendo en cuenta un proyecto compartido. Muestra una serie de aspectos disciplinarios respecto

de una situación a través de yuxtaponerlas; difiere de la interdisciplinariedad en que esta última implica mayor integración de conocimientos. El autor ejemplifica la pluridisciplina a través de un seminario sobre drogadicción durante el cual diferentes especialistas realizan exposiciones, en función de su disciplina, con el fin de aportar al proyecto pero sin la pretensión de una construcción común.

- Interdisciplinariedad: es la construcción de representaciones estructuradas y organizadas en función de un problema a través de diversas disciplinas, con el objetivo de llegar a un resultado original más allá de las disciplinas originales. El ejemplo, en el que el autor retoma la problemática de las adicciones, es la elaboración de un informe acerca del estado de la cuestión en una región en el que se sintetizan los aportes de biólogos, médicos, sociólogos, juristas y psicólogos.
- Transdisciplinariedad: utiliza un mismo concepto en contextos disciplinares diferentes; estas nociones o prácticas “nómades” no tienen la misma significación en cada uno de esos cuadros, sin embargo, tienen aspectos comunes. El ejemplo citado es la noción de cambio, sistema, fuerza, código, etc. que en el área de las ciencias naturales son términos utilizados en la física, la química y la biología.

Motta (2002) en torno al debate de las nociones de multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad plantea que los prefijos “pluri” y “multi” se refieren a cantidades, mientras que los prefijos “inter” y “trans” aluden a relaciones recíprocas, actividades de cooperación, interdependencia e intercambio. Así, es posible comprender que la referencia a actividades interdisciplinarias y transdisciplinarias sugiere dinámicas interactivas que tienen por consecuencia una transformación recíproca de las disciplinas relacionadas en un campo determinado. El autor retoma la clasificación propuesta por el físico teórico Nicolescu quien sugiere que la transdisciplinariedad es radicalmente distinta de la pluridisciplinariedad y de la interdisciplinariedad. Según ese investigador, la pluridisciplinariedad concierne al estudio de un objeto de una disciplina por varias disciplinas a la vez, lo que ejemplifica diciendo: un cuadro de Giotto puede ser estudiado por la perspectiva de la historia del arte, y sumar las perspectivas de la física, la química, la historia de las religiones, la historia de Europa y también la geometría. En este caso el conocimiento de un objeto de estudio perteneciente a una disciplina es profundizado por el aporte pluridisciplinario de las demás, desbordando a las disciplinas separadas. Para el caso de la interdisciplina sostiene que su objetivo radica en transferir métodos de una disciplina a otra, por ejemplo, los métodos de la física nuclear transferidos a la medicina conducen a la aparición de nuevos tratamientos contra el cáncer. En este sentido, según Nicolescu, la interdisciplina también desborda a las disciplinas e incluso contribuye al nacimiento de otras nuevas, pero sigue

inscribiéndose dentro de los marcos y los objetivos de la investigación disciplinar. En cambio, en relación con la transdisciplinariedad, sugiere que la misma tiene por finalidad la comprensión del mundo apoyándose en la existencia y percepción de distintos niveles de la realidad, en la aparición de nuevas lógicas y en la emergencia de la complejidad.

Por su parte García (2006) a propósito de estas categorizaciones sugiere que la interdisciplina solo se puede establecer en el marco de un equipo pluridisciplinario, es decir, integrado por representantes de las diferentes disciplinas. Hace énfasis en la idea de que los equipos de trabajo no son interdisciplinarios, sino que lo que es interdisciplinaria es una metodología particular de investigación que requiere la conformación de equipos multidisciplinarios o pluridisciplinarios. De acuerdo con su perspectiva, el autor plantea que la mera yuxtaposición de disciplinas no supone metodologías interdisciplinarias, que, a su tiempo, se generaran como una estrategia metodológica para concebir ciertas problemáticas desde la perspectiva de los sistemas complejos.

2. Modalidades en relación con la forma de integración: los enfoques integrados

Los modos en los que las disciplinas pueden integrarse en relación con los problemas complejos a resolver constituyen otra vía para analizar los diferentes aspectos del enfoque interdisciplinar. En relación con la enseñanza universitaria, García plantea:

Las instituciones de enseñanza superior, todavía con resabios indelebles de las estructuras universitarias surgidas en el medioevo, presentan a los estudiantes, con raras excepciones, un saber fragmentado y una práctica anacrónica de la ciencia y la tecnología (...) no se trata de "aprender más cosas", sino de "pensar de otra manera" los problemas que se presentan en la investigación, es decir, de reformular la concepción de la práctica de la ciencia". Si se analiza la situación en la escuela media, aun atendiendo a sus particularidades, el panorama no se advierte tan diferente: cada una de las asignaturas atiende al desarrollo de los contenidos que le compete sin establecer, enunciar o abordar las relaciones existentes con otras áreas. (García, 2006, p.90)

Conforme las instituciones educativas aumentan la especialización y la fragmentación de los contenidos, se produce la fragmentación de los problemas de la realidad social y natural, lo que impide o dificulta realizar la síntesis necesaria para interpretar una realidad siempre compleja.

Los enfoques integrados se ofrecen como una forma posible de "asociación" de disciplinas con el fin de abordar problemas complejos. Superando algunas de las discusiones presentadas en los apartados anteriores, en torno a las precisiones, grados, denominaciones y alcances de los conceptos de pluridisciplina, interdisciplina, etcétera, esta metodología podría constituirse en una alternativa metodológica potente para romper el límite entre las disciplinas individuales y

generar representaciones más adecuadas con base en los aportes de cada una de ellas. Los enfoques integrados se refieren a una modalidad pedagógica en la que la actividad en relación con un problema complejo posible –no necesariamente real– implica relaciones entre diferentes disciplinas.

De acuerdo con D`Hainaut (1986) el enfoque integrado se refiere a un método de enseñanza en el que el trabajo que los estudiantes realizan en torno a un tema, un objeto, una actividad o un problema de la vida real supone relaciones con más de una disciplina o asignatura escolar. En este sentido sostiene que la definición de enfoque integrado es:

[...] multidimensional: se refiere a un medio de poner al alumno en situaciones significativas no delimitadas por las fronteras de las disciplinas y a un resultado esperado: la integración efectiva (...). En cuanto al medio propuesto, no se trata de una definición propiamente dicha de la interdisciplinariedad sino de una modalidad. Ya no se hace referencia a las relaciones entre las disciplinas sino a la forma en que el contenido se organiza (Informe UNESCO, 1985).

El enfoque integrado asume que las disciplinas no son ni el referente exclusivo ni el último objeto de estudio y acepta que los problemas de mayor relevancia para los estudiantes son mayoritariamente aquellos que el marco de las ciencias naturales involucra a los aspectos sociales.

La integración de contenidos como estrategia metodológica

La calidad y complejidad de las relaciones entre los esquemas de conocimiento de los estudiantes determina, al menos parcialmente, sus posibilidades para dar sentido a los hechos del mundo e intervenir adecuadamente en él. Esto supone modelos de intervención didáctica que contemplen la presentación de contenidos articulados, propuestas de actividades que constituyan y / o refuercen los modelos explicativos de los alumnos y que, en definitiva, contribuyen a complejizar las relaciones entre sus esquemas cognitivos. La integración de los contenidos escolares como estrategia metodológica aspira a lograr mayores niveles de comprensión de los mismos y a la adquisición de competencias para la identificación y resolución de problemas complejos.

Según Jiménez Aleixandre y Pereiro (2000), la introducción en el aula de objetos de la vida real contribuye a que los estudiantes aborden problemas que presentan la complejidad de la vida real como medio para lograr un objetivo central de la educación: el desarrollo del pensamiento crítico y la formación de ciudadanos capacitados para formar sus propias opiniones y capacitados para participar en la toma de decisiones.

Las sociedades actuales se caracterizan por su entramado de relaciones e interacciones que plantean cuestiones sociocientíficas las que, según Jiménez Aleixandre (2010), tienen un carácter interdisciplinario y pueden definirse como

dilemas sociales con base en nociones científicas y de fuerte relevancia e impacto en la vida de las personas.

La selección de contenidos escolares y las estrategias didácticas implementadas deberían contribuir a que los estudiantes comprendan la realidad en la que están inmersos evitando que los problemas relevantes queden por fuera del tratamiento corriente de las asignaturas en virtud de su organización en los currículum de la escuela media. Precisamente muchos de estos problemas son los que, por ser de difícil clasificación, no se abordan, a pesar de representar cuestiones acuciantes de la sociedad actual. Si se pretende una verdadera democratización del conocimiento, los alumnos no deberían ignorar la complejidad de estos tópicos.

La presentación de problemas complejos con un enfoque integrado podría, asimismo, favorecer la motivación de los estudiantes y otorgarles mayor libertad para seleccionar los caminos a seguir para la resolución de los problemas propuestos –en oposición a los generalmente presentados de carácter cerrado–, propiciar la emisión de opiniones críticas basadas en los modelos teóricos y elaborar conclusiones; al mismo tiempo podría contribuir a desarrollar la valoración de las diferencias y el pluralismo de las ideas por parte del alumnado.

Esta modalidad podría, a su tiempo, contribuir a que los estudiantes identifiquen la pertinencia y la posibilidad de vehiculizar los conocimientos escolares más allá de la situación escolar, es decir, que no se conviertan en lo que se denominan “conocimientos paralelos”, muchos de los cuales son aprendidos mecánicamente, sin vislumbrar nunca su posible utilidad, y válidos exclusivamente dentro del marco de las asignaturas escolares.

Las enseñanzas escolares producen conocimientos paralelos respecto a los de la vida real; paralelos porque sirven únicamente en la escuela, para repetirlos en caso de control, pero son difícilmente utilizables y transformables en habilidades, en instrumentos, en competencias y, por lo tanto, en comportamientos. Se aprenden muchas cosas pero se continúa viviendo como si no se conocieran (Tonucci, 1996, p.20).

El lugar asignado a las disciplinas en un enfoque integrado

Los conocimientos aportados por las diferentes disciplinas son los únicos elementos con que se cuenta para la comprensión del carácter complejo de la realidad, razón por la cual acceder a dichos conocimientos es absolutamente imprescindible. En este sentido se niegan los reparos que se exponen en algunas ocasiones al enfoque integrado en virtud de que con su implementación se empobrecerían las disciplinas al “recortar” sus contenidos. Como plantea García (2006), si bien los estudios interdisciplinarios son los requeridos para los sistemas complejos, esto no excluye de ningún modo los estudios de los elementos parciales especializados.

En la tradición exclusivamente disciplinar los únicos objetos de estudio son los propios de cada una de las disciplinas, lo que parece negar, en parte, aquel sentido para el cual fueron pensadas y creadas, esto es, convertirse en un marco teórico desde el cual conocer y comprender el mundo social y natural que es complejo. En relación con esta cuestión, Zabala (1999, p. 50) afirma que:

El saber por el saber comporta una traición a este mismo conocimiento que se defiende, ya que todo conocimiento científico, por específico que sea, siempre da respuesta a las cuestiones fundamentales que plantea la realidad social o natural. Si acaso, el problema surge por la incapacidad de saber establecer este vínculo entre el conocimiento científico y la realidad, dificultad comprensible desde una tradición educativa basada en la enseñanza de unas disciplinas de manera acrítica, sin cuestionar en profundidad su valor social, que ha comportado como la defensa de un absurdo saber por saber. (Zabala, 1999, p. 50)

En la escuela secundaria la enseñanza de las diferentes disciplinas se encara, mayoritaria o generalmente, obviando dichas funciones o minimizando los motivos por los cuales se instituyeron. Reconocer las disciplinas como la única fuente de proveer instrumentos conceptuales para comprender la realidad no debe impedir reconocer la debilidad explicativa que, producto de su parcelación, tienen para la comprensión del carácter complejo de algunos problemas. Dichas debilidades y falencias podrían ser suplidas con la articulación e integración de los aportes disciplinares, lo que equivale a reconocer a las disciplinas en su carácter instrumental y con una potencia explicativa que se pone de manifiesto en la medida en que se interrelacionan con otras para dar respuesta a las cuestiones problemáticas de la sociedad.

La estructura disciplinar mayoritariamente instaurada en las escuelas no invalidaría otras instancias o actividades de integración con las que podrían convivir perfectamente. En este sentido, dentro de una organización disciplinar, la elección del punto de partida, un problema complejo de la realidad, es un paso fundamental. En su tratamiento las disciplinas aportarían sus referentes teóricos, los contenidos imprescindibles para comprender las particularidades del problema, pero lo básico y distintivo de este enfoque sería establecer el mayor número de relaciones con otras áreas que hagan posible la elaboración de un modelo explicativo más robusto. La vinculación, integración y complementación con contenidos de otras disciplinas podría aportar matices y nuevas perspectivas superadoras de la visión clásica disciplinar, que redundarían en un análisis más amplio del problema seleccionado.

El proceso de integración de las diferentes aportaciones disciplinares persigue el objetivo de despojarse de la fragmentación artificial que cada una de las asignaturas hace, para obtener una visión global con perspectiva metadisciplinar –entendido como un modo de concebir el conocimiento prescindiendo de las diferentes disciplinas aisladas y que pretende su vinculación o articulación en

aras de un enfoque oolítico o globalizador-. Los contenidos disciplinares aislados no serían entonces el único objeto de estudio, ni el referente exclusivo para la determinación del conocimiento científico escolar, sino que estos podrían estar al servicio del tratamiento de problemas complejos.

Conclusiones

Desde la perspectiva de la integración de contenidos, el clásico debate acerca de la terminología interdisciplinar, pluridisciplinar, transdisciplinar u otras formas, se diluye para enfatizar la potencia que, a la luz de ciertas problemáticas complejas, asume este enfoque. En virtud de que es el término interdisciplina es el que más extendidamente se menciona –y por lo tanto, el más conocido por el colectivo docente aun cuando sus alcances y límites suelen no ser identificados– se propone su adopción con un alcance eminentemente didáctico-pedagógico. Así, se propone hacer uso del término interdisciplina explotando su familiaridad para aludir a una forma viable de integración de contenidos científicos escolares en actividades o instancias de abordaje de problemas complejos. Se persigue el establecimiento de relaciones que hagan posible una visión no fragmentada de los hechos del mundo, y potenciar las competencias de los estudiantes para interactuar con los problemas que se les proponen. Es en este sentido en que se apuesta al logro de un pensamiento complejo, que haga posible comprender y actuar en la complejidad, un pensamiento global que interprete la realidad superando la compartimentación de las disciplinas.

La complejidad no supone eliminar la simplicidad sino que persigue integrar los diferentes elementos de una situación; de alguna manera pone orden, clarifica y asume un rechazo explícito a las posturas simplificadoras. Al mismo tiempo, la complejidad asume que el conocimiento completo no es posible –complejidad no es completud–; el pensamiento complejo persigue un conocimiento no parcelado, no reduccionista, sabiéndolo inacabado e incompleto. El pensamiento pretendido es multidimensional, es decir, concibe los objetos de estudio en sus contextos, ya que los saberes disociados y parcelados por las disciplinas parecen ser ineficaces para adecuarse a ciertos problemas multidimensionales.

Desde la compartimentación disciplinar se pierden de vista lo complejo, las interacciones y lo global. Globalidad y complejidad son pretensiones que van de la mano, ya que hay complejidad en la medida en que no pueden separarse ni ignorarse los elementos constituyentes de una situación. Se trata de un nuevo modo de concebir los objetos de estudio producto de los aportes de las diferentes disciplinas. Tal como plantea Emmanuele (1998), la historia de las ciencias ha mostrado que las traspolaciones y los prestamos conceptuales pueden dar frutos al precio de que la reelaboración de la materia prima, desde otras perspectivas y con otras lecturas, dé paso a un producto nuevo y distinto.

Los desarrollos logrados en las diferentes disciplinas han hecho enormes aportes al conocimiento, pero también una superespecialización y una clara parcelación del saber, lo que, en cierta forma, significó una suerte de “ceguera”. En esta línea, Morin sugiere que:

La inteligencia que no sabe hacer otra cosa que separar, rompe lo complejo del mundo en fragmentos y fracciona los problemas, convirtiendo lo multidimensional en unidimensional. Una inteligencia incapaz de encarar el contexto y lo complejo global se vuelve, de algún modo, ciega. (Morin, 1999, p.90)

Bibliografía

- Acevedo Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 1. N (1). 3-16.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*. 23-33.
- Benarroch, A., & Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (2). 289-304.
- Bernstein, B. (1993). *La estructura del discurso pedagógico*. Madrid: Morata.
- Cerejido, M. (1990). *La nuca de Houssay*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Claxton, G. (1991). *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Machado.
- Claxton, G. (1999). *Aprender. El reto del aprendizaje continuo*. Barcelona: Paidós.
- D'Hainaut, L. (1986). La interdisciplinariedad en la Enseñanza General. UNESCO.
- De Felice, J., Giordan, A., y Souchon, C. (1985). L'approche interdisciplinaire en éducation relative à l'environnement. *Serie Education environnementale*. París: UNESCO 8.
- Emmanuele, E. (2000). *Salud y discurso pedagógico*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Fourez, G. (1994). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Fourez, G., Englebert- Lecompte V., Mathy, P. (1997). *Saber sobre nuestros saberes*. Buenos Aires: Colihue.
- Furió, C.; Vilches, A. Guisazola, J y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3) .5-373.
- Gallegos, L., & Bonilla, M. (2009). Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y la transformación de la práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias). 106-112.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, métodos y fundamentos epistemológicos de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Gil, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*. Vol. 43. 27-37.
- Izquierdo Aymerich, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares *Enseñanza de las Ciencias*. 23 (1). 111-122.
- Jiménez Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. y Pereiro, A. (2000). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International handbook for Science Education*. 24 (11). 1171-1190.

- Jiménez Aleixandre, M. y Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencias enseñar?: objetivos y contenidos en la Educación Secundaria. En Del Carmen et al (Eds.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona. Barcelona: Horsori.
- Lederman, N. (2006). Research on Nature of Science: Reflections on the Past Anticipations of the Future. *Asia-Pacific Forum of Science Learning and Teaching*, 7(1). 1-11.
- Manassero Mas, M., & Vázquez Alonso, Á. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2). 255-268.
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Motta, R. (2002). Complejidad, educación y transdisciplina. *Polis*. Vol. 9. 23-49.
- Neffa, C. (1998). *Los paradigmas productivos taylorista y fordista y su crisis. Una contribución a su estudio desde la teoría de la regulación*. Buenos Aires: Lumen-Humanitas. Piette del Conicet y Trabajo y Sociedad.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de las ideas previas de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Porlán, R y Martín, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza. Unas relaciones complejas. *Alambique*. (8). 23-32.
- Pujalte, A. y S. Porro. (2009). Concepciones y actitudes del profesorado de ciencias acerca de la ciencia y la enseñanza y su relación con el logro de una educación científica para todas y todos. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. 181-184.
- Pujalte, A., Porro, S., & Adúriz - Bravo, A. (2011). Las imágenes de ciencia del profesorado: Su relación con una educación científica de calidad para todas y todos. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario. 1125-1129.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. Vol. 9. (N° 2).
- Tonucci, F. (1996). *¿Enseñar o aprender?* Buenos Aires: Losada.
- Torres Santomé, J. (1994). Contenidos interdisciplinarios y relevantes. *Cuadernos de Pedagogía*. (225). 19-24.
- Torres Santomé, J. (2006). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. 5ª edición. Madrid: Morata.