

SOBRE QUÉ FÍSICA Y QUÍMICA ENSEÑAR EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Martínez Aznar, M^a Mercedes (2014). *Materiales para la Especialidad de Física y Química del master en Formación del Profesorado de Educación Secundaria*. Madrid: Universidad Complutense.

INTRODUCCIÓN

Después de conocer las características de los currículos científicos y de presentar sus elementos estructurantes: contenidos, criterios de evaluación y competencias, en este apartado, y en primer lugar, se hablará de la transposición didáctica, seguidamente se abordarán las características del aprendizaje de las ciencias como cambio conceptual para, finalmente, tratar de la selección de los elementos competenciales. Como en todos los capítulos se presentan unas actividades que ayuden a la aplicación de los contenidos desarrollados. Al final del apartado, se estará en disposición de tomar decisiones sobre qué Física y Química se debe enseñar en la Educación Secundaria.

1.- De la ciencia experta a la ciencia escolar: la transposición didáctica.

Cada curso, los docentes necesitan determinar las relaciones didácticas que se establecen entre los elementos del llamado sistema didáctico (saber sabio o científico, profesor y alumnado). Esto supone configurar los programas de las asignaturas que imparten contemplando qué ciencia enseñar. Para ello, cuentan, en primera instancia, con los correspondientes currículos oficiales donde las administraciones educativas recogen los contenidos considerados valiosos para la educación de los futuros ciudadanos. A partir de estos presupuestos curriculares los profesores necesitan adecuarlos a sus centros, a los departamentos didácticos y, por último, a cada grupo clase.

A partir de los bloques de contenidos curriculares, una de las principales tomas de decisiones que deben realizar los docentes es hacer operativos los contenidos escolares que se trabajarán durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. En muchos casos la determinación de los contenidos a aprender es una actividad oculta que podría considerarse implícita pero, en este caso, por el carácter formativo de este libro, necesariamente debe hacerse explícita.

En un primer análisis, se podría pensar que la ciencia escolar, en este caso los conocimientos de física y química para la educación secundaria, son equivalentes a los saberes propios de la ciencia de los expertos y que solamente supone una simplificación de los mismos. Pero sus características son muy diferentes aunque la primera tenga como referente a la segunda. ¿Existe algún recurso o herramienta para que los profesores puedan realizar la transformación de los contenidos curriculares en conocimientos a enseñar y a aprender? Efectivamente, para ello se recurre al recurso teórico denominado transposición didáctica.

1.1. Origen y consolidación de la transposición didáctica

El término de transposición didáctica fue acuñado inicialmente por Michel Verret en 1975 al caracterizar el tipo de saber que se transmitía en la escuela. Según este sociólogo, hay saberes enseñables que luego serán enseñados y otros no enseñables o no escolarizables. Bajo una concepción burocrática de la transposición didáctica los saberes para poder considerarse enseñables debían cumplir ciertas exigencias: *desincretización* (delimitación de los saberes parcelándolos en campos de los que se derivan prácticas especializadas), *despersonalización* (objetivación del saber e independencia del productor), *programación temporal* (ordenación y secuenciación de forma lógica sin tener en cuenta la construcción real del conocimiento), *publicidad* y *control de las adquisiciones* (por parte de los escolares). Así, se llega a un consenso que repercute en los aprendizajes o saberes¹ adquiridos por los estudiantes y en sus procedimientos de evaluación.

Una década después, en 1985, Yves Chevallard retomando las ideas de Verret sobre las características de los saberes enseñables, indica que un determinado saber sabio es susceptible de ser designado como saber a enseñar cuando se plasma en textos. Así, el objeto de saber o saber a enseñar es un saber puesto en texto o saber textualizado. Chevallard, además, amplía el concepto de transposición didáctica para abordar las relaciones existentes entre el saber² sabio y la dependencia con el saber dentro del sistema didáctico que se establece entre el profesor, los estudiantes y las matemáticas. La transposición didáctica se refiere al paso del saber sabio al saber enseñado y a la distancia que los separa, y permite diferenciar entre transposición didáctica *stricto sensu* de la *sensu lato*. La primera se refiere al paso de un contenido de saber preciso a una versión didáctica del mismo y la segunda supone las transformaciones de objeto de saber a objeto a enseñar y, finalmente a objeto de enseñanza:

Este constructo ha adquirido relevancia en las áreas escolares que están muy centradas en los saberes sabios como es el caso de la física y la química.

En la figura 1 se representan las transformaciones que experimenta un saber para convertirse en objeto de enseñanza. Incluye los tres tipos de saberes involucrados:

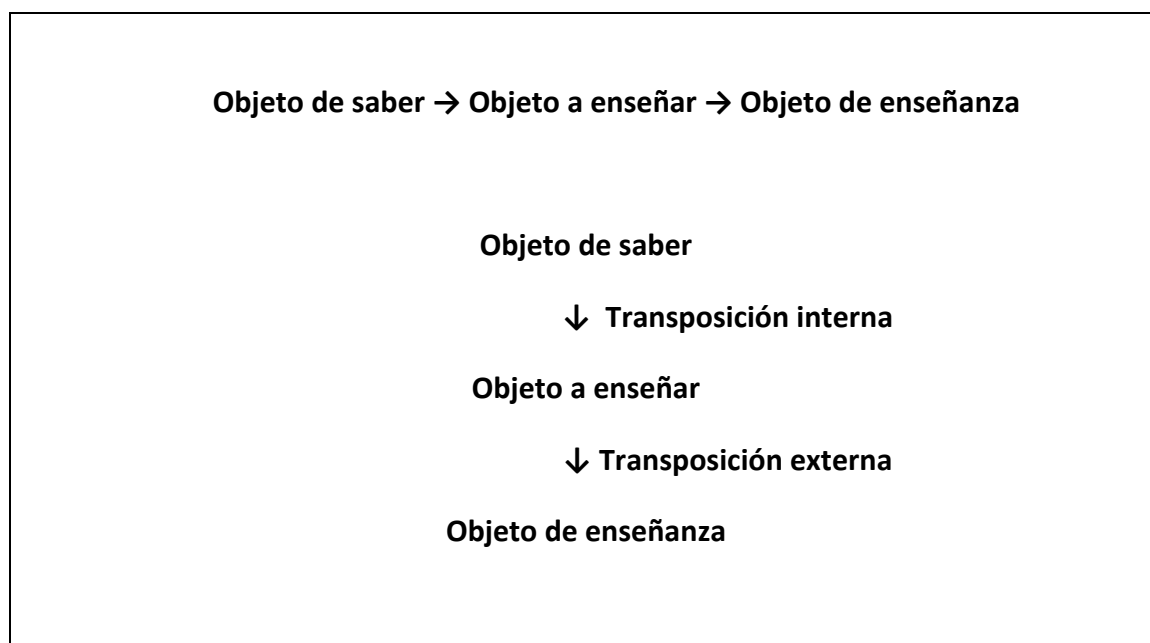
- a) el saber sabio, creado por la comunidad científica como producto de la investigación,
- b) el saber a enseñar, el designado por el sistema educativo, lo que debe ser enseñado que se establece en los currículos y textos educativos, y

¹ En este texto se puede utilizará indistintamente saber sabio, saber erudito, saber experto y saber o conocimiento científico.

² La referencia al saber sabio es apropiada para las disciplinas escolares muy centradas en conocimientos científicos. Joshua (1996) para ampliar la teoría de la transposición didáctica a otras disciplinas habla de saber experto y, en esa misma línea, Martinand (1986) introducía la noción complementaria de práctica de referencia muy relevante en la formación profesional.

- c) el enseñado, el saber del docente, el que se enseña en las clases, que se materializa, fundamentalmente, a través de la comunicación didáctica y, particularmente, mediante el discurso oral, con el lenguaje como instrumento de las interacciones, muy complejas, de transmisión e intercambio de las ideas entre profesores y alumnos que incluyen experiencias personales, conocimientos cotidianos, etc.

Figura 1. Elementos de la transposición didáctica según Chevallard



Los saberes a) y b) se incorporan al sistema de enseñanza desde los diferentes subsistemas sociales y están involucrados en el deterioro o envejecimiento de tipo biológico y moral que sufre el saber enseñado, c). El saber a enseñar para la educación secundaria, generalmente, puede estar atrasado respecto a los conocimientos científicos que están desarrollándose en cada momento histórico y, pueden quedar obsoletos para las características y necesidades sociales. Este desajuste es el punto de partida de la transposición didáctica que vela por el excesivo distanciamiento que se pueda producir entre el saber científico, experto, y el enseñado.

Evidentemente, el conocimiento científico no se puede trasladar directamente a las aulas, pues no permite reproducir el contexto original de construcción del conocimiento sabio, lo que supone diferencias entre el conociendo cultural y el del alumnado. Es decir, los conocimientos científicos y los escolares son diferentes. Así, la transposición didáctica viene a legitimar el conocimiento a enseñar y establece las diferencias entre el saber científico y el saber enseñado contemplando las desviaciones epistemológicas que se producen respecto al saber consensuado por la comunidad científica, alejándolo del mismo y presentándolo como cerrado, acabado.

El proceso que lleva de un saber sabio, entendido como producto cultural, a un saber a enseñar se desarrolla, fundamentalmente, en momentos históricos muy concretos para pasar a formar parte del currículo. Es un proceso ideológico que se consolida por mecanismos políticos y supone una visión epistemológica que legitima el saber y la selección de lo que se considera valioso para ser enseñado frente a lo excluido para esa finalidad. En este momento la participación de los docentes, aunque formalmente es posible, resulta muy limitada.

S. Joshua y J.J. Dupin, en 1983, amplían el concepto surgido en la didáctica de las matemáticas a las ciencias de la naturaleza e indican que la teoría de la trasposición ha permitido superar las tradiciones pedagógicas que dejaban a un lado los saberes en la relación de enseñanza.

La transposición didáctica propiamente dicha es la transformación del saber a enseñar en saber enseñado. En esta transformación, en la que los profesores participan muy activamente, hay que diferenciar entre el momento del diseño general de los procesos didácticos³ y el de su ejecución, algo no considerado en los planteamientos de Chevallard. En el primer momento participan las editoriales (inicialmente con la preparación de los libros y luego con su promoción) y la formación docente inicial (Cardelli, 2004). La ejecución está claramente en manos de los docentes que en este caso, supone la incorporación de visiones más o menos particulares de qué es la ciencia, cómo se aprende y cómo hay que enseñarla, en este caso, la física y la química. En resumidas cuentas, la trasposición didáctica es un proceso, no una práctica individual, presente en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales y en evaluación de los correspondientes aprendizajes por parte del alumnado.

A comienzo de los años noventa, Chevallard renueva el constructo transposición didáctica desarrollando la llamada antropología de los saberes, indicando que todo saber dentro del sistema didáctico debe responder a respuestas a preguntas que estén aceptadas socialmente. Ello significa la necesaria revisión de cuáles son las “buenas preguntas” que debe abordarse en la educación secundaria para poder elaborar las respuestas oportunas para la enseñanza que serán las transposiciones válidas para la sociedad (Gómez, 2005).

Para terminar el apartado, hay que mencionar que el modelo de trasposición didáctica ha sido objeto de muchas críticas en el ámbito de la sociología y de las didácticas. La mayoría de las críticas se refieren al carácter restringido del proceso de la transposición surgido en el ámbito de las matemáticas y de su extrapolación a disciplinas como la física, *“porque el objeto de la disciplina es la producción de conocimientos científicos destinados a hacer inteligible el mundo físico”* (Caillot en Gómez, 2005). En cuanto a la química, no sucede lo mismo, su bagaje industrial, sus técnicas y procedimientos artesanales (fabricación de jabones, colorantes, etc.) deben ser considerados a la hora de seleccionar los conocimientos a enseñar. Es decir, los saberes que son la referencia del proceso de transposición didáctica deben ampliarse, según ya se ha comentado, a los saberes expertos (Joshua, 1996) y a las prácticas de referencia profesionales (Martinand, 1986) que posibilitan su utilización en los diferentes áreas o disciplinas escolares.

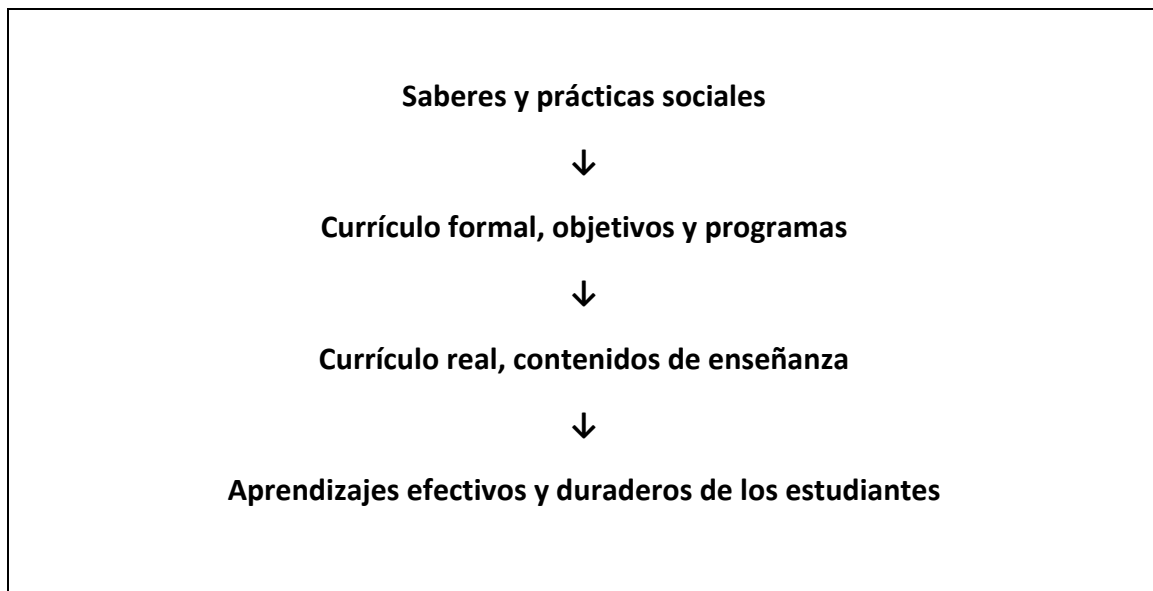
³ El la Noosfera, el lugar en el que se piensa la enseñanza de los saberes.

1.2. El lugar de las competencias en la transposición didáctica

En estos momentos, la incorporación de las competencias en los currículos escolares ¿requiere el replanteamiento del concepto de transposición didáctica?

Según se ha dicho, la transposición didáctica que surge en el campo de las matemáticas, al extrapolarse a otras disciplinas escolares ha ido revisando ampliando la visión del saber sabio incorporando las prácticas de referencia de los profesionales (Martinand, 1986). Para Perrenoud, 1998) la cadena de la transposición didáctica (Figura 2) tiene como punto de los saberes sabios o expertos, por una parte, y los saberes sociales, y permite distinguir entre currículo formal e informal, en la considerada transposición pragmática (Perrenoud, 1984)

Figura 2. Cadena de la transposición didáctica según Perrenoud (1998)

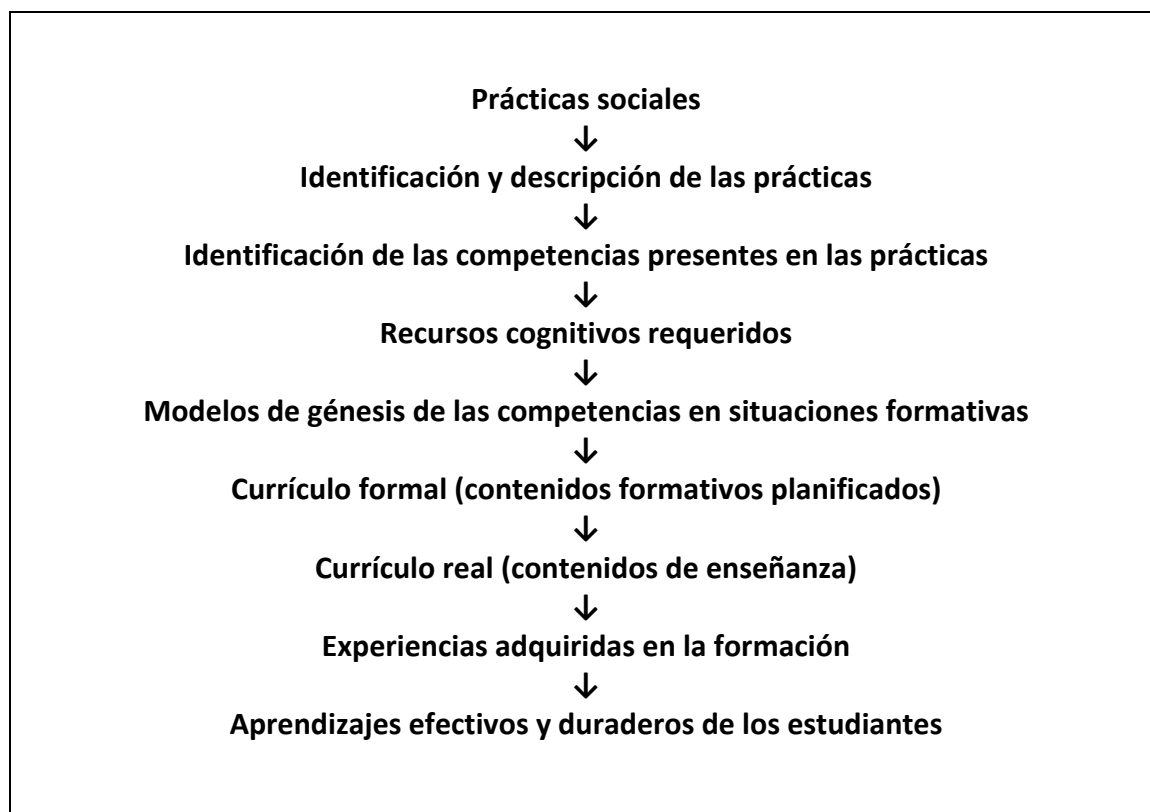


El primer paso se corresponde con la transposición externa y el segundo con la transposición interna de Chevallard. La tercera flecha recoge *“los procesos de aprendizaje, de apropiación, de construcción de los saberes y las competencias en el espíritu de los alumnos”* (Perrenoud, 1998, página 2). Para la ampliación de este constructo a las disciplinas o áreas que se basan en prácticas sociales y evitar la disociación entre saberes y prácticas, Perrenoud introduce el concepto de competencia y propone nuevas cadenas en la transposición didáctica (Figura 3)

En dicha cadena se considera la importancia de identificar las prácticas, con la dificultad que conlleva describir aspectos conceptuales subyacentes, difíciles de concretar, y consensuar las propias prácticas debido a la complejidad de las habituales que las conforman. Cuando ya están descritas las competencias hay que analizar los recursos cognitivos requeridos en su construcción y los patrones de movilización que pueden no ser inmediatos y requerir un periodo de formación amplio, lo que tiene repercusión en la evaluación. Es decir, aprender haciendo, repitiendo acciones y, sin olvidar que las competencias no se enseñan directamente,

sino de forma gradual, en términos de conocimientos y destrezas o habilidades, propiciando contextos y condiciones favorables para su desarrollo.

Figura 3. Incorporación de las competencias en la cadena de la transposición didáctica según Perrenoud (1998)

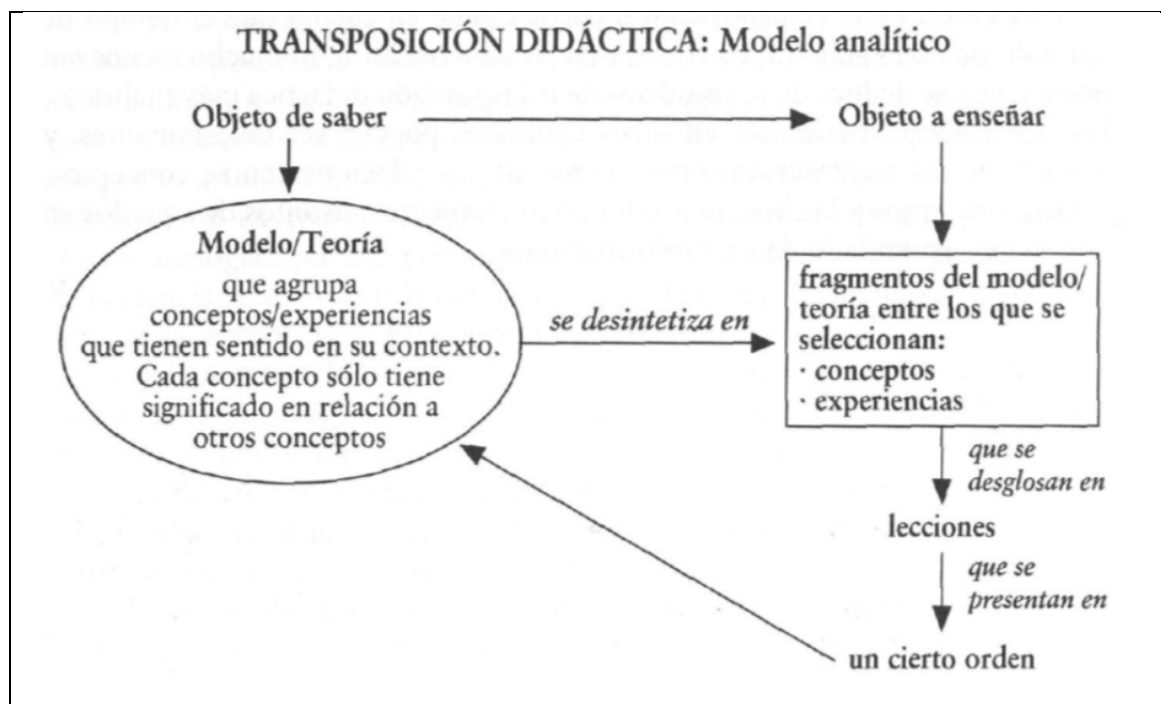


1.3. Tipos de transposición didáctica

En los inicios de la construcción del concepto de transposición didáctica Verret determina que los saberes que se pueden enseñar proceden de la desincretización de los saberes sabios. Es decir, requieren de la fragmentación o parcelación de las teorías, de los modelos científicos, lo que implicaría que más tarde los estudiantes pueden establecer relaciones entre los conceptos y llevar a cabo la reconstrucción de los modelos transformados. Pero ello presenta ciertas dificultades: la gradualidad que se establece de los conceptos en los diferentes niveles educativos, el tiempo que lleva el tratamiento de los saberes y la forma en que son incorporados en los libros de texto. Por ejemplo, el concepto de energía, que es estructurante para las ciencias experimentales, se aborda en diferentes disciplinas, con la pretensión de que los estudiantes, por sí mismos, hagan una síntesis, una globalización del mismo para caracterizarlo, algo que no se produce en la realidad. Es decir, no sólo hay que contar con los aspectos epistemológicos, con la lógica de las disciplinas, sino que hay que considerar la lógica de los que aprenden. En este sentido, sería idílico el planteamiento de Verret, pero las concepciones de los profesores sobre los conocimientos científicos, las concepciones de los

estudiantes y las relaciones que se establecen en los contextos escolares lo hacen inviable. Este tipo de transposición se denominaría analítica y se caracteriza en la Figura 3.

Figura 3. La transposición didáctica analítica según Jiménez y Sanmartí (1997)

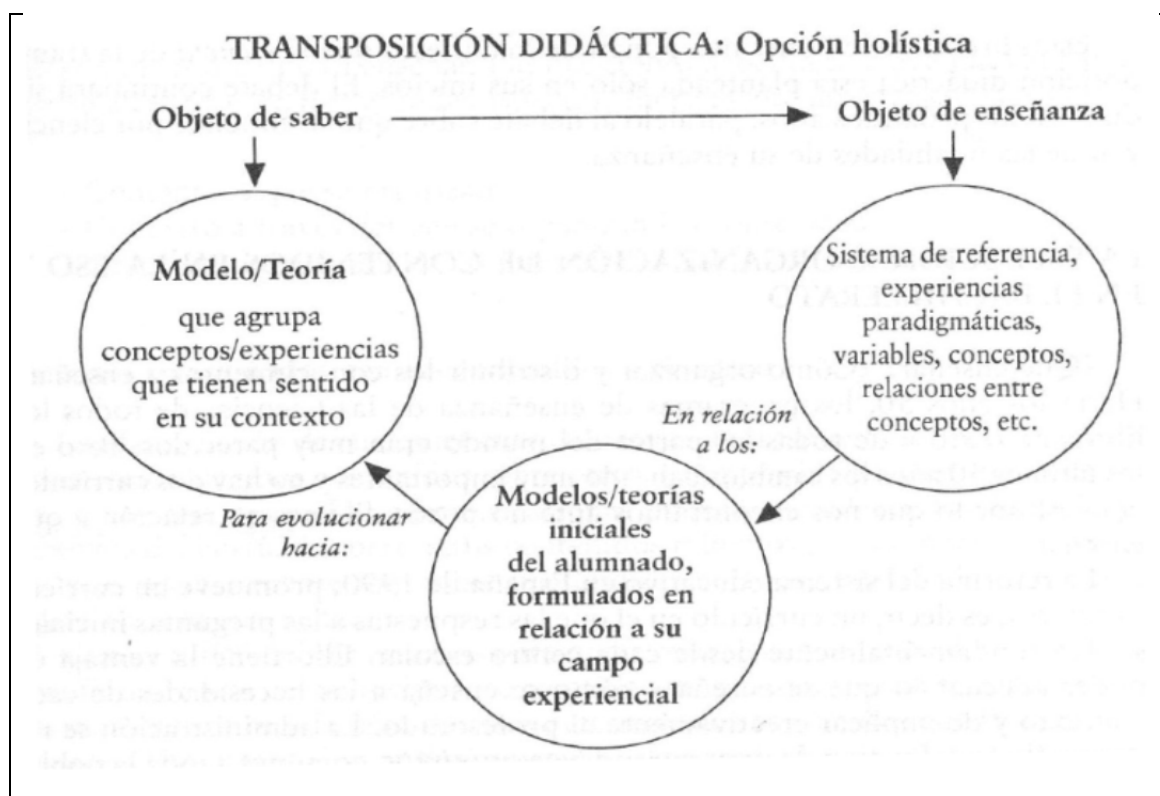


Así, a esta transposición analítica se antepone otra, denominada holística (Figura 4) que ya incluye las características de los aprendices (las concepciones alternativas, las dificultades en los aprendizajes y la lógica de los sujetos) y el tiempo de los aprendizajes que no se corresponden con los de enseñanza.

Por ello, a la hora de seleccionar los saberes a enseñar hay que considerar (Jiménez y Sanmartí, 1997):

- suprimir lo demasiado complejo y abstracto de las teorías seleccionando los saberes fundamentales, estructurantes,
- los contenidos que se consideran importantes desde la ciencia de los expertos,
- la edad de los estudiantes a la que va dirigida la selección de los contenidos y, por tanto, aquello que puede entender y que les resulta interesante,
- los condicionantes socio-culturales, es decir la utilidad para que los estudiantes comprendan la realidad físico natural que les rodea y actuar consecuentemente,
- los objetivos que fija el sistema educativo para sus diferentes niveles.

Figura 4. La transposición didáctica holística según Jiménez y Sanmartí (1997)



En resumidas cuentas, la transposición didáctica supone una reelaboración de los saberes que va más allá de la simplificación de los objetos (conceptos, leyes, etc.) científicos⁴ a enseñar (Joshua y Dupin, 1993).

Más allá de la trascendencia que supone para las diferentes áreas o disciplinas escolares y de las críticas recibidas (Gómez Mendoza, 2005), la transposición didáctica tiene vertiente más global que debería conllevar la revisión y renovación de la ciencia escolar, lo que posibilitaría la renovación de la escuela, eliminando algunos objetos (contenidos) e introduciendo otros que puedan dar respuesta a las preguntas que tienen sentido en cada momento histórico de las escuelas.

⁴ En Química los conceptos que se consideran básicos son muy abstractos por lo que su simplificación no tendría sentido, o sería muy complicada de realizar.

Bibliografía:

Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuadernos de Antropología Social*, 19, pp. 49-61.

Chevallard, Y. (1985). La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné. Paris: La Pensée Sauvage.

Gómez Mendoza, M. A. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 83-115.

Jiménez, M.P., y Sanmarti, N. (1997): “¿Qué ciencia enseñar: objetivos y contenidos en la educación secundaria?”, en CARMEN, L. del (coord.): La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria, pp. 17-23, Barcelona: ICE-Horsori..

Joshua, S. (1996) Le concept de transposition didactique n'est-il propre qu'au mathématiques?, En Raïsky, C. et Caillot, M. (dir) Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs, Bruxelles: De Boeck, pp. 61-73.

Joshua, S. y Dupin, J.J. (1993). Introduction à la didactique des sciences et des Mathématiques. París, PUF.

Johsua, S. y Dupin, J.J. (1989): Représentations et modélisations: le “débat scientifique” dans la classe et l'apprentissage de la physique. Berna: Peter Lang.

Martinand, J.L. (1986) Connaître et transformer la matière. Berne: Peter Lang.

Perrenoud, Ph. (1994) La formation des enseignants entre théorie et pratique, Paris: L'Harmattan.

Perrenoud, Ph. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques : des savoirs aux compétences, *Revue des sciences de l'éducation (Montréal)*, Vol. XXIV, n° 3, 1998, pp. 487-514.

Verret, M. (1975). Le temps des études. Paris: Librairie Honoré Champion.