

Versión original: inglés

Erik De Corte (Bélgica)

Profesor de psicología educativa y director del Centro de Psicopedagogía y Tecnología de la Universidad de Lovaina. Su principal campo de investigación es el desarrollo de teorías de aprendizaje a partir de la instrucción y el diseño de entornos pedagógicos eficaces. Primer director de *Learning and instruction* (1990-1993) y redactor adjunto del *International journal of educational research* (1987-2002). Fue coeditor (con F.E. Weinert) de la *International encyclopedia of developmental and instructional psychology* (1996). Es miembro del College of Fellows de la OIE. En 1997 recibió el premio Oeuvre por aportaciones destacadas a la ciencia del aprendizaje y la instrucción de EARLI. Es actualmente presidente del IEA (1998-2004). Correo electrónico: erik.decorte@ped.kuleuven.ac.be

Lieven Verschaffel (Bélgica)

Profesor y director de la sección de Ciencias Educativas, Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación, Universidad de Lovaina. Sus principales campos de investigación son la solución de problemas de enseñanza y aprendizaje y la capacidad de aprendizaje, la psicología de la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje y la instrucción con ayuda de la computadora. Ex director adjunto de *Learning and instruction*. Desde 1999 es director de *Pedagogische Studiën*, la principal revista de ciencias de la educación y la instrucción en los Países Bajos y Flandes. Desde 1996 es miembro del Consejo de Investigación de Psicología y Ciencias de la Educación y desde 2000 miembro del Comité de Asuntos Internacionales del Fondo de Investigaciones Científicas de Flandes. Miembro de varios comités de programación de la reforma del programa de estudios de matemáticas de la escuela elemental en Flandes.

TENDENCIAS/CASOS

COMUNIDADES DE APRENDIZAJE

DE ALTA EFICACIA:

LAS INVESTIGACIONES DE INTERVENCION

COMO MEDIO DE SUPERAR LA DIVISION

ENTRE TEORIA Y PRACTICA

Erik De Corte y Lieven Verschaffel

Introducción

Aunque la investigación educativa en general, pero también la investigación sobre el aprendizaje y la instrucción han progresado enormemente en los últimos decenios, y pese a que los investigadores a menudo proclaman que tienen la intención de contribuir al mejoramiento de la educación, las quejas acerca de la profunda brecha que existe entre la teoría y la investigación, por un lado, y las prácticas educativas, por el otro, siguen estando a la orden del día. Los propios investigadores están plenamente conscientes de esta situación.

Por ejemplo, en el discurso presidencial que pronunció en la reunión anual de la American Educational Research Association [Asociación Norteamericana de Investigación Educativa], la recordada Ann Brown afirmó que:

- En este siglo se han hecho enormes progresos en nuestra comprensión del aprendizaje y el desarrollo.
- Las prácticas escolares en lo esencial no se han modificado para reflejar esos progresos (Brown, 1994, pág. 4).

La evaluación de Ann Brown de la situación la confirman Weinert y De Corte (1996) en la *International encyclopedia of developmental and instructional psychology* [Enciclopedia Internacional de Psicología del Desarrollo y la Instrucción]:

Después de 100 años de investigación sistemática en las esferas de la educación y la psicología educativa, a comienzos de los años noventa sigue sin decidirse si la investigación puede mejorar la práctica docente y, en caso afirmativo, cómo y en qué condiciones. Aunque la investigación y la práctica docente han cambiado sustancialmente desde el comienzo del siglo XX, la cuestión de saber cómo puede la ciencia contribuir realmente a la solución de los problemas educativos reales sigue siendo objeto de polémicas (pág. 43).

Teniendo esto en cuenta, la afirmación un tanto escéptica de Anderson (Glaser, Lieberman y Anderson, 1997) que figura a continuación representa un reto importante para la investigación educativa en el próximo período:

A medida que avanzamos hacia el siglo XXI una duda constante en lo que respecta a la investigación educativa consistirá en saber de qué manera la investigación y el aprendizaje especializado que realizamos van a incorporarse a la práctica. Hemos utilizado diversos modelos con respecto a la relación adecuada entre investigación y práctica. Ninguno de esos modelos funciona muy bien (pág. 25).

La importancia de esta dificultad la pone de relieve el hecho de que existe una necesidad creciente de reformar la educación para seguir el ritmo de los rápidos cambios en curso en la sociedad actual. Por ejemplo, en un informe de la European Round-Table of Industrialists [Mesa redonda europea de industriales] (ERT) titulado *Education for Europeans: towards the learning society* [La educación para los europeos: hacia la sociedad del aprendizaje] se lanzó un grito de alarma para poner en guardia a la sociedad con respecto a la llamada brecha educativa, es decir, al hecho de que – debido a su lentitud para reaccionar a los cambios en la sociedad – existe “una brecha cada vez mayor entre la educación que se necesita para el complejo mundo actual y la educación que se recibe” (ERT, 1995, pág. 6). Este problema se está agravando aún más a causa de que recientemente el ritmo de la evolución de la sociedad

se ha acelerado espectacularmente debido, entre otras razones, a la explosión exponencial de los conocimientos, al fenómeno de la mundialización en muchas esferas de la sociedad, especialmente la economía y la política, y a la introducción masiva de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

En el mismo informe (ERT, 1995, pág. 15) se presentan las siguientes características de una sociedad de aprendizaje que representan una síntesis bastante atinada de los progresos en nuestra comprensión del aprendizaje a que hacía referencia Brown en la cita anterior:

- el aprendizaje se acepta como una actividad permanente a lo largo de toda la vida;
- los educandos asumen la responsabilidad de sus propios progresos;
- la evaluación tiene por objeto confirmar los progresos y no sancionar los fracasos;
- la competencia personal, los valores compartidos y el espíritu de equipo se reconocen por igual en la búsqueda de conocimientos;
- el aprendizaje es una asociación en la que colaboran estudiantes, profesores, padres, empleadores y la comunidad.

Un enfoque que se ha presentado como un medio potencial para superar la brecha entre la teoría y la práctica consiste en la realización de las llamadas investigaciones de intervención que tienen por objeto desarrollar una ciencia del diseño de la educación que pueda orientar la creación y puesta en práctica de nuevos y poderosos entornos de aprendizaje (Brown, 1992; Collins, 1992). En el presente artículo examinamos brevemente la utilización de las investigaciones de intervención como medio de realizar el *intento simultáneo de construir la teoría e innovar la práctica*. A continuación, a título de ilustración, se examinan dos investigaciones conexas de intervención en la esfera del aprendizaje y de la enseñanza de la solución de problemas en matemáticas; el primero, de cierta extensión, y el segundo, muy breve. El artículo concluye con una breve sección de debate, que abarca algunas perspectivas futuras.

Investigaciones de intervención: un intento de construir la teoría e innovar la práctica

Según Collins (1992, pág. 15), una ciencia del diseño de la educación, elaborada sobre la base de investigaciones de intervención, “debe determinar de qué manera diferentes concepciones de entornos de aprendizaje contribuyen al aprendizaje, a la cooperación, la motivación, etc.”.

Como resultado de ello, debe surgir una teoría del diseño que pueda orientar la puesta en práctica de innovaciones educativas mediante la determinación de las variables que

influyen en su éxito o fracaso. Con miras a superar la brecha entre la investigación y la práctica, este método de intervención persigue una doble meta: se propone hacer progresar la creación de la teoría acerca del aprendizaje a partir de la instrucción, al mismo tiempo que contribuye a la innovación fundamental de la enseñanza en el aula. La idea subyacente es que una forma eficaz de entender mejor los procesos de aprendizaje – y, por lo tanto, de hacer avanzar la teoría – consiste en la concepción de entornos potentes de aprendizaje que pueden provocar y mantener en los estudiantes los procesos deseados de adquisición de conocimientos teóricos y prácticos. Como argumentó Brown (1994), la construcción de la teoría es fundamental para la comprensión conceptual así como para la difusión práctica.

Este enfoque de la intervención con respecto a la investigación del aprendizaje y la instrucción no es en absoluto nuevo, aunque se han empleado distintas etiquetas. En la psicología educativa rusa, este tipo de investigación ha sido siempre habitual. Por ejemplo, Kalmykova (1966) hacía una distinción entre la comprobación y la enseñanza o los experimentos formativos. Mientras que los experimentos de comprobación tienen por objetivo principalmente describir cómo se produce el aprendizaje en determinadas condiciones de instrucción, los experimentos de enseñanza se caracterizan por una intervención del investigador: a partir de una hipótesis relativa a la trayectoria óptima de un proceso de aprendizaje, se establece y aplica un entorno de enseñanza-aprendizaje que tiene por finalidad obtener este tipo de aprendizaje; el análisis de las actividades de aprendizaje y los resultados de los estudiantes llevan a conclusiones acerca del grado en el que la hipótesis inicial se confirma o impugna, seguido posiblemente de su revisión como punto de partida para proseguir la investigación de intervención. Conviene advertir que ambos tipos de experimentos son complementarios: las conclusiones y observaciones de los estudios de comprobación contribuyen a formular las hipótesis que constituyen el punto de partida de las investigaciones formativas; los resultados de estos últimos estudios pueden desembocar en nuevos experimentos de comprobación.

En Holanda y Flandes, en los años setenta, se pusieron de moda experimentos de enseñanza sistemáticos, cuando la escuela de Utrecht de la teoría de la actividad, bajo la dirección de Carel van Parreren, dominaba la investigación sobre el aprendizaje y la instrucción en los llamados Países Bajos (van Parreren y Carpay, 1972). Pero también en los Estados Unidos de América, Glaser ya había defendido en 1976 la concepción de una psicología de la instrucción como ciencia del diseño destinada a la elaboración de programas educativos y métodos de enseñanza más eficaces.

Sin embargo, este tipo de investigación fue posteriormente abandonado, debido principalmente al predominio en los Estados Unidos a finales de los años setenta y en los años ochenta de la psicología cognoscitiva. En realidad, al comienzo de la psicología pedagógica cognoscitiva, la investigación se centraba en estructuras y procesos de conocimiento que servían de base a la competencia humana; como consecuencia de ello, el estudio de los procesos de aprendizaje necesarios para adquirir competencia quedaron postergados (Glaser y Bassok, 1989). La psicología cognoscitiva pasó a ser también muy influyente en Europa occidental. A este respecto tuvo enorme importancia la Conferencia Internacional de la OTAN sobre Psicología Cognoscitiva e Instrucción, celebrada en Amsterdam en 1977 (Lesgold *et al.*, 1978). No obstante, entretanto, la situación se ha transformado gradualmente: los sustanciales progresos logrados en nuestro entendimiento de las estructuras de conocimiento, las competencias y los procesos que sirven de base al rendimiento de los expertos han motivado la reaparición del interés por los procesos de aprendizaje que se requieren para adquirir esa competencia y, en consecuencia, en los planes de instrucción que pueden respaldar y facilitar la adquisición. Este interés se ha visto también promovido por la aparición y el creciente impacto desde finales de los años ochenta del paradigma del conocimiento y aprendizaje establecido como reacción al enfoque mentalista e individualista de la psicología cognoscitiva con respecto al conocimiento y el aprendizaje (Brown, Collins y Duguid, 1989).

Con todo, la pregunta importante a la que hay que contestar ahora es la siguiente: ¿cómo y en qué condiciones se deben realizar las investigaciones de intervención para lograr el efecto combinado de contribuir a la creación de una teoría pertinente y al mejoramiento significativo de las prácticas educativas? A este respecto, De Corte ha afirmado en otros trabajos que la concepción de entornos de aprendizaje eficaces debe tener en cuenta nuestros conocimientos actuales basados en la investigación de las características del aprendizaje productivo como un proceso constructivo, acumulativo, autorregulado, orientado al logro de metas, situado y colaborativo, e individualmente diferente del proceso de creación de conocimientos y construcción de significados. Sin embargo, para tener una posibilidad razonable de lograr éxito en la aplicabilidad de la teoría psicológica a la educación, se debe elaborar una estrategia para realizar investigaciones de intervención que combinen e integren las siguientes características básicas (De Corte, 2000; véase también National Research Council, 1999):

- un enfoque holístico (frente a un enfoque parcial y reduccionista) del entorno de la enseñanza y el aprendizaje, es decir, se deben abordar todas las variables pertinentes del educando y el profesor, pero también los aspectos importantes del entorno;
- una buena comunicación recíproca con los educadores basada en la conversión de las metas, los enfoques y los resultados de la investigación en una forma que sea accesible, aceptable y utilizable por los profesores;
- la inducción de un cambio fundamental de los sistemas de creencias y de las orientaciones de los valores del profesorado con respecto a las metas de la educación y a la enseñanza correcta y el aprendizaje productivo (en armonía con la concepción descrita más arriba).

Si se tienen todos estos aspectos en cuenta, una estrategia prometedora para concebir investigaciones de intervención como medio de obtener simultáneamente la construcción de teoría y la innovación práctica consiste en la creación y evaluación en las aulas reales de intervenciones pedagógicas complejas que reflejen e incorporen nuestra comprensión actual de los procedimientos de aprendizaje efectivos y de los entornos de aprendizaje dinámicos. Esos intentos de modificar esencialmente el entorno y la cultura del aula deben llevarse a cabo en asociación entre los investigadores y los profesionales de la enseñanza. Esta asociación es necesaria por diversas razones. Es una condición esencial para promover la comprensión mutua, pero también para modificar y reestructurar las creencias de los profesores acerca de la educación, el aprendizaje y la enseñanza. Además, conviene tener presente que en la perspectiva de una mayor difusión del tipo deseado de entornos de aprendizaje innovadores, éstos deben ser factibles en las aulas actuales. Por consiguiente, la idea de una asociación entre los investigadores y los profesores en activo es también fundamental dada la necesidad de reciprocidad entre la investigación y la práctica. Cuando los profesores pueden ayudar a plasmar la teoría en la práctica y a lograr de ese modo que la enseñanza en el aula se base más en la investigación, su función de asociado puede asimismo contribuir a que las investigaciones estén más impulsadas por la práctica (De Corte, 2000).

Como ejemplo del método del diseño propuesto con respecto a la investigación sobre el aprendizaje y la instrucción, en la sección siguiente se analiza un estudio realizado en el Centro de Psicología Educativa y Tecnología de Lovaina (CIP&T) que abordaba la solución de problemas de expresión matemática de los niños. En este estudio de intervención con alumnos de escuelas primarias superiores, se concibió y evaluó un entorno de aprendizaje innovador, constructivo y colaborador, centrado en el establecimiento de un enfoque consciente, estratégico y autorregulado para la solución de problemas matemáticos.

Diseño de comunidades de aprendizaje de alta eficacia para la solución de problemas matemáticos

En la región flamenca de Bélgica, en el año escolar 1998/99, se pusieron en práctica nuevas normas relativas a la educación primaria (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1997). Con respecto a las matemáticas – y en armonía con otros documentos de reforma como el relativo al *Curriculum and evaluation standards for school mathematics* [Programa de estudios y estándares de evaluación relativos a las matemáticas escolares] (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) de los Estados Unidos de América–, estos nuevos estándares insisten (más de lo que lo habían hecho hasta ahora) en la importancia del razonamiento matemático y en la competencia para resolver problemas y su aplicabilidad a situaciones de la vida real, así como a la adopción de actitudes y creencias más positivas con respecto a las matemáticas. Como aportación a la aplicación de estas nuevas normas, realizamos un proyecto de investigación – encargado por el Departamento de Educación del Gobierno Flamenco – destinado a concebir y evaluar un entorno de aprendizaje eficaz, que pueda inducir a los escolares de enseñanza primaria superior a utilizar procedimientos de aprendizaje adecuados para adquirir la competencia deseada en la solución de problemas matemáticos, así como creencias positivas con respecto a las matemáticas.

En armonía con la estrategia descrita en la sección anterior, el entorno del aprendizaje en el aula se modificó fundamentalmente, y su concepción, puesta en práctica y evaluación se realizaron en estrecha cooperación con los profesores de las cuatro aulas experimentales que participaron y sus directores. El entorno del aprendizaje estaba constituido por una serie de 20 lecciones que impartían profesores normales (para un informe más detallado acerca de este estudio, véase Verschaffel, *et al.*, 1999b; Verschaffel, *et al.*, 1998).

El medio pedagógico en las cuatro clases que participaban en el experimento se modificó esencialmente con respecto a los componentes siguientes: el contenido del aprendizaje y de la enseñanza, la índole de los problemas, las técnicas pedagógicas y la cultura de la clase.

En primer lugar, en lo que respecta al contenido, el medio pedagógico se concentraba en la adquisición por parte de los alumnos de una estrategia metacognoscitiva general para resolver problemas de aplicación matemática que constaba de cinco etapas y que comprendía un conjunto de ocho estrategias heurísticas que son especialmente valiosas en las dos primeras etapas de esa estrategia (véase el cuadro 1). La adquisición de esta estrategia para resolver problemas entraña: a) el conocimiento de las diferentes fases de un proceso capaz de resolver

problemas (enseñanza de la sensibilización); b) la capacidad de supervisar y evaluar las propias actividades durante las diferentes fases del proceso de solución (formación de autorregulación); y c) el dominio de las ocho estrategias heurísticas (formación en estrategia heurística).

CUADRO 1. El modelo competente de solución de problemas que subyace al medio pedagógico

ETAPA 1: CREACION DE UNA REPRESENTACION MENTAL DEL PROBLEMA	
Heurística:	Elaboración de una descripción
	Elaboración de una lista, un plan o un cuadro
	Distinción de los datos pertinentes de los datos improcedentes
	Utilización de los propios conocimientos del mundo real
ETAPA 2: DECISION DE LA MANERA DE RESOLVER EL PROBLEMA	
Heurística:	Preparación de un organigrama
	Conjetura y verificación
	Búsqueda de un modelo
	Simplificación de los números
ETAPA 3: REALIZACION DE LOS CALCULOS NECESARIOS	
ETAPA 4: INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS Y FORMULACION DE UNA RESPUESTA	
ETAPA 5: EVALUACION DE LA SOLUCION	

En segundo lugar, se utilizó un conjunto variado de problemas realistas (auténticos), difíciles y abiertos, cuidadosamente concebidos que difieren sustancialmente de las tareas tradicionales de los libros de texto. Además, esos problemas se presentaban en formas diferentes: un texto, un artículo de periódico, un folleto, un tebeo, un cuadro o una combinación de varias de esas formas. En la figura 1 se da un ejemplo.

A Wim le gustaría columpiarse de una rama de un viejo árbol gigante. La rama tiene una altura de cinco metros. Wim ya se ha hecho un asiento de madera adecuado para su columpio. Ahora Wim va a comprarse una cuerda. ¿Cuántos metros de cuerda tendrá que comprar?

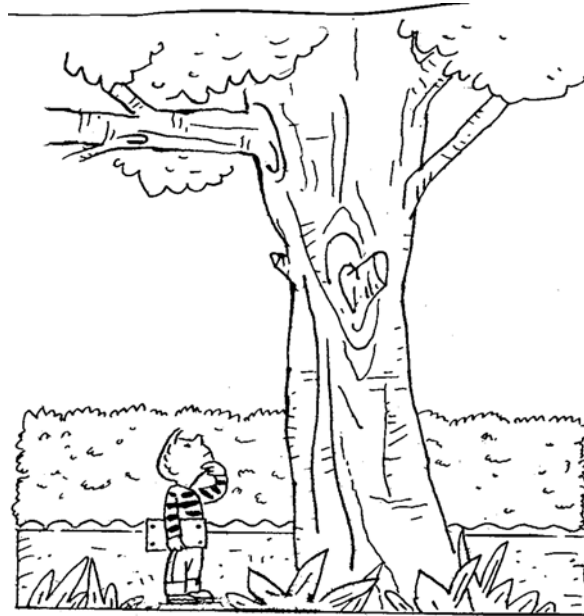


FIGURA 1. Ejemplo de un problema utilizado en la lección acerca de la expresión heurística “Utilice su conocimiento del mundo real” (fase 1).

En tercer lugar, se creó una comunidad de aprendizaje mediante la aplicación de un conjunto variado de técnicas pedagógicas de activación e interactivas. El modelo pedagógico básico para cada período lectivo estaba constituido por la siguiente secuencia de actividades en el aula: 1) una breve introducción para toda la clase; 2) dos cometidos realizados en grupos heterogéneos fijos de tres a cuatro alumnos, cada uno de los cuales iba seguido de un debate en el que participaba toda la clase; y 3) una tarea individual seguida también de un debate de toda la clase. Durante toda la clase, la función del profesor consistía en estimular y apoyar a los alumnos para que participaran y en reflejar los tipos de actividades cognoscitivas y metacognoscitivas que formaban parte del modelo de solución eficaz de los problemas. Esos apoyos pedagógicos se iban reduciendo gradualmente a medida que los alumnos adquirían mayor competencia y conciencia de su actividad de solución de problemas y adoptaban de ese modo una mayor responsabilidad con respecto a sus propios procesos de aprendizaje y solución de problemas.

En cuarto lugar, se creó una cultura pedagógica innovadora mediante el establecimiento de normas nuevas sociomatemáticas acerca del aprendizaje y de la enseñanza de la solución de problemas, destinada a promover actitudes y creencias positivas con respecto a las matemáticas en los niños, pero también en los profesores. Aspectos habituales de esta cultura pedagógica eran: a) el estímulo de los alumnos para que expresaran y reflejaran sus propias estrategias de solución, las concepciones erróneas, las creencias y las impresiones con respecto a la solución de problemas matemáticos; b) el examen de lo que constituye un buen problema, una buena respuesta y un buen procedimiento de solución (verbigracia, “a menudo existen diferentes formas de resolver un problema”; “para algunos problemas, una estimación aproximada es una respuesta preferible a un número exacto”); c) el replanteamiento de la función del profesor y de los alumnos en la clase de matemáticas (verbigracia, “la clase en conjunto decidirá cuál de las soluciones obtenidas es la óptima después de efectuar una evaluación de los pros y contras de las diferentes respuestas”).

En armonía con la posición anteriormente adoptada, este medio de aprendizaje se preparó en asociación con los profesores de las clases experimentales participantes y sus directores. Antes, durante y después de la intervención en las clases, el equipo de investigación, los cuatro profesores y sus directores asistieron a una serie de reuniones. El modelo de perfeccionamiento del personal docente adoptado hacía hincapié en la creación de un contexto social en el que los profesores y los investigadores aprendían recíprocamente mediante un debate y una reflexión constantes sobre los principios básicos del medio de aprendizaje, los materiales docentes elaborados y las prácticas de los profesores durante las clases. Esto produjo, entre otros resultados, un conjunto de 10 directrices generales para el personal docente, que abarcaban las medidas que deberían adoptarse antes, durante y después de las tareas individuales y colectivas destinadas a reforzar la eficacia del medio de aprendizaje. En la guía del profesor, cada una de esas diez directrices (véase el cuadro 2) iba acompañada de una explicación de su objetivo, así como de varios ejemplos elaborados de su puesta en práctica.

CUADRO 2. Directrices generales para el personal docente antes, durante y después de las tareas individuales y de grupo

ANTES

1. Relacionar el nuevo aspecto (heurístico, fase de solución del problema, etc.) con lo que ya se ha aprendido antes.
2. Facilitar una buena orientación con respecto a la nueva tarea.

DURANTE

3. Observar el trabajo del grupo y facilitar las indicaciones adecuadas cuando sea necesario.
4. Estimular la articulación y la reflexión.
5. Estimular el pensamiento activo y la cooperación de todos los miembros del grupo (especialmente de los más débiles).

DESPUES

6. Demostrar la existencia de diferentes soluciones y métodos de solución adecuados para el mismo problema.
 7. Evitar la imposición de soluciones y métodos de solución a los alumnos.
 8. Prestar atención a las capacidades heurísticas y metacognoscitivas deseadas del modelo para una solución del problema eficaz y la utilización de este modelo como base para el debate.
 9. Estimular al mayor número posible de discípulos para que participen en el debate de toda la clase y que contribuyan a él.
 10. Abordar los aspectos (positivos tanto como negativos) de la dinámica de grupo.
-

Con miras a contribuir a la construcción de teoría se evaluaron los efectos del medio de aprendizaje en los alumnos en un experimento con una concepción de prueba anterior, prueba posterior y prueba de retención con un grupo experimental y un grupo de referencia comparable, utilizando una amplia variedad de técnicas de recopilación y análisis de datos. Los resultados se pueden resumir como sigue. Según las puntuaciones en una prueba previa autorredactada del problema de expresión escrita y en una prueba posterior paralela y una prueba de retención, la intervención produjo – en comparación con el grupo de referencia – un efecto positivo importante y estable en las capacidades de los alumnos experimentales con respecto a la solución de problemas de aplicación matemática. El medio de aprendizaje produjo asimismo una repercusión positiva importante – aunque reducida – en la satisfacción y persistencia de los niños en la solución de problemas matemáticos, y en sus creencias y actitudes relacionadas con las matemáticas, según las mediciones de un cuestionario de autoevaluación de tipo Likert. Los resultados de una prueba de logros uniforme mostraron que la atención excepcional prestada durante las clases de matemáticas con respecto a las estrategias cognoscitivas y metacognoscitivas, las creencias y las actitudes en las clases experimentales no tuvieron una influencia negativa en los resultados del aprendizaje de otras partes más tradicionales del programa de estudios de matemáticas. Al contrario, se produjo incluso un efecto de transferencia positivo importante; de hecho, las clases experimentales obtuvieron resultados considerablemente mejores que las clases de referencia en la prueba uniforme de logros. El análisis de las notas escritas de los alumnos en sus hojas de respuesta de la prueba del problema de expresión mostraban que los mejores resultados de los niños experimentales eran paralelos con un aumento muy sustancial en la utilización espontánea de

las estrategias heurísticas enseñadas en el medio de aprendizaje; esta conclusión fue confirmada por un análisis cualitativo de las videocintas de los procesos de solución de problemas de tres grupos de dos niños de cada clase experimental antes y después de la intervención. Por último, descubrimos que no sólo los alumnos de capacidad alta y media, sino también los de capacidad baja se beneficiaron considerablemente – aunque en menor grado – de la intervención en todos los aspectos que se acaban de mencionar. Desde una perspectiva teórica, estos resultados muestran que un medio de aprendizaje considerablemente modificado, unido a un conjunto de problemas de expresión cuidadosamente concebidos con unos métodos de enseñanza altamente interactivos y la introducción de nuevas normas sociomatemáticas en el aula, pueden contribuir a la creación de unas comunidades de aprendizaje altamente eficaces que aumentan de modo sustancial la competencia cognoscitiva y metacognoscitiva de los alumnos en la solución de problemas de expresión matemática.

Con la finalidad de contribuir a la innovación de las prácticas pedagógicas, es importante en primer lugar indicar que los cuatro profesores experimentales aplicaron el medio de aprendizaje de una manera satisfactoria, aunque entre ellos se observaron claras diferencias con respecto a los distintos componentes de una descripción de la aplicación. Además, resultan prometedoras las siguientes conclusiones, extraídas de una amplia entrevista con los cuatro profesores experimentales después de la intervención pero antes de que conocieran los resultados de los niños. En primer lugar, consideraban el modelo de cinco fases para la solución eficaz de los problemas como adecuado y alcanzable por los alumnos de quinto curso. En segundo lugar, evaluaron el contenido y la organización del medio de aprendizaje muy positivamente y se quedaron muy satisfechos del apoyo y la ayuda obtenidos durante la realización de la intervención. Por último, manifestaron un gran entusiasmo acerca de su participación activa en el proyecto; que esto representa algo más que una simple impresión momentánea lo demuestra el hecho de que tres de ellos estuvieron inmediatamente dispuestos a participar en un experimento posterior similar y de una concepción que requería también un gran esfuerzo, con respecto a la comprensión de la lectura y que ellos, y en las escuelas en las que existían más de una clase de quinto curso paralela, incluso sus colegas siguen aplicando los principios básicos del medio de aprendizaje en su enseñanza de las matemáticas. Entretanto, los materiales pedagógicos se habían revisado y transformado de una forma que los hacía más adecuados para ser utilizados en la práctica pedagógica y en la capacitación de personal docente (Verschaffel, *et al.*, 1999a), a condición, no obstante, de que fueran acompañados de una orientación y un apoyo pedagógico sustanciales. En realidad, como advirtió el Cognition and Technology Group at Vanderbilt [Grupo de Conocimiento y

Tecnología de Vanderbilt] (1997), los cambios que estamos pidiendo que hagan los profesores son “demasiado complejos para ser comunicados de manera resumida en un taller y luego establecidos aisladamente una vez que los profesores vuelven a sus escuelas” (pág. 116).

Los resultados de este estudio nos alentaron a agrupar, en una investigación posterior, las ideas y los principios teóricos relacionados con el aprendizaje socio-constructivista de las matemáticas y con el perfeccionamiento profesional de los profesores con una segunda tendencia de la teoría y la investigación centrada en los aspectos (meta)cognoscitivos de la construcción de conocimientos colaborativa y en un fomento de la competencia con apoyo de la computadora. Teniendo en cuenta las pruebas empíricas existentes que muestran que el aprendizaje colaborativo con apoyo de la computadora es un medio prometedor para mejorar el aprendizaje y la instrucción (Lehtinen, *et al.*, 1999), enriquecimos el medio de aprendizaje concebido en un estudio anterior con un componente de aprendizaje colaborativo con apoyo de la computadora, a saber, el “Foro del conocimiento”, un *software* utilitario para la preparación, el almacenamiento y el uso compartido de notas, y el intercambio de observaciones al respecto, y para apoyar a los estudiantes en su adquisición de operaciones cognoscitivas concretas y de conceptos particulares (Scardamalia y Bereiter, 1998). La figura 2 ilustra la presentación de un problema de expresión difícil, auténtico y estimulante utilizando el “Foro del conocimiento”.

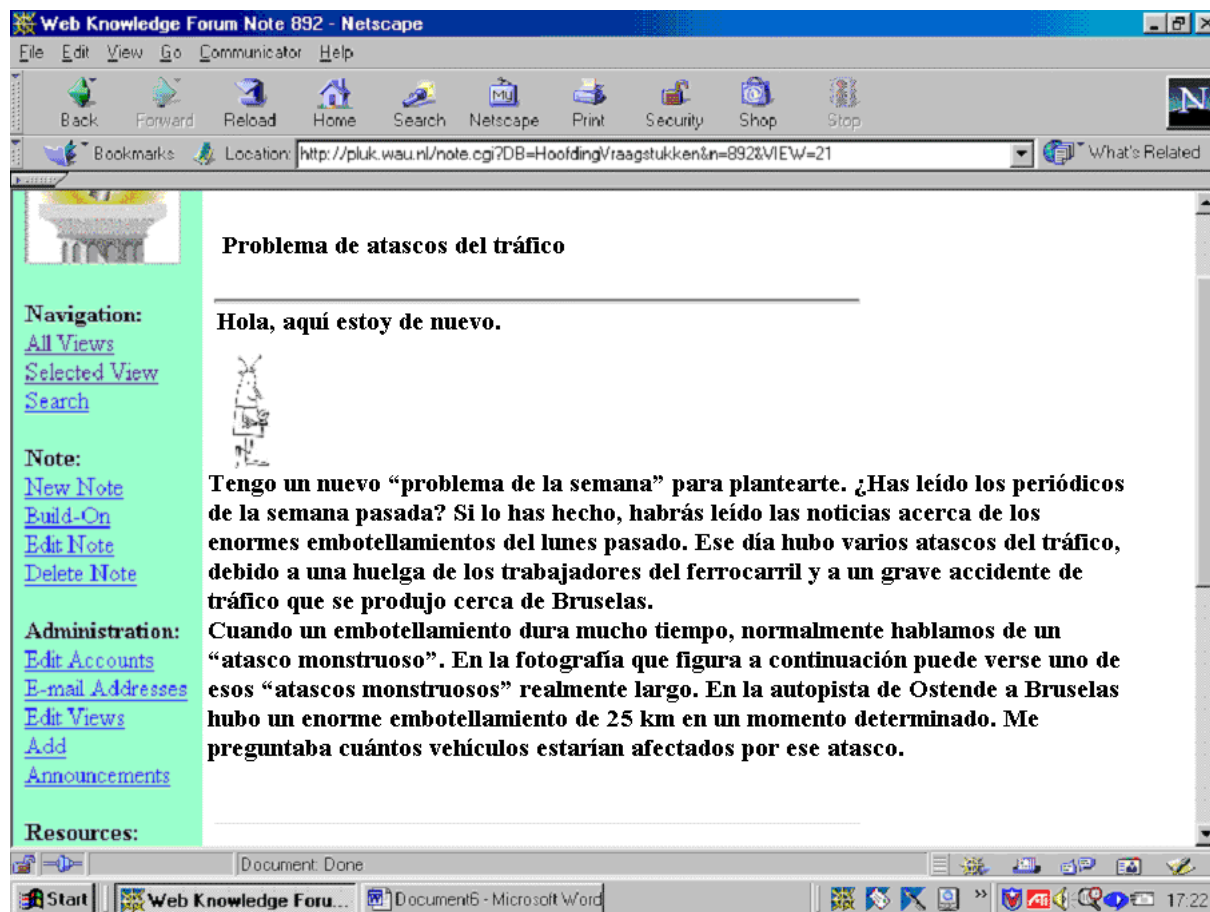


FIGURA 2. El problema de los atascos del tráfico

El medio de aprendizaje concebido se puso en práctica en dos clases de quinto curso y en dos clases de sexto curso de una escuela primaria flamenca durante un período de 17 semanas (dos horas a la semana). Con arreglo al experimento concebido anteriormente, este estudio ha puesto de manifiesto que es posible crear una comunidad de aprendizaje con apoyo de la computadora altamente eficaz para la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas matemáticos en la escuela primaria superior. Tiene particular importancia que los profesores sintieran un gran entusiasmo acerca de su participación en la investigación. Su valoración positiva del medio de aprendizaje en lo que respecta tanto al enfoque de la enseñanza de la solución de problemas como a la utilización del “Foro del conocimiento” como instrumento de apoyo del aprendizaje: por ejemplo, comunicaron varios cambios positivos observados en sus alumnos, como un planteamiento más consciente y reflexivo de los problemas de expresión. El medio de aprendizaje fue también aceptado con entusiasmo por la mayoría de los alumnos. Al final de la intervención, manifestaron la opinión de que les había agradado esa manera de resolver problemas de expresión mucho más que el método tradicional. Muchos de los niños comunicaron asimismo que habían aprendido algo nuevo,

tanto acerca de la tecnología de la información como acerca de la solución de problemas matemáticos (para un informe más detallado del estudio, véase Verschaffel, *et al.*, 2000).

Debate y repercusiones

Las investigaciones de intervención presentadas en la sección anterior se llevaron a cabo con un doble objetivo: a) contribuir a la innovación y el mejoramiento de las prácticas pedagógicas en armonía con una nueva concepción de las metas de la enseñanza de las matemáticas; y b) impulsar la construcción de teoría acerca del aprendizaje de capacidades cognoscitivas y metacognoscitivas de alto nivel con respecto a la solución de problemas matemáticos a partir de la instrucción. Los resultados respaldan la opinión de que nuestra comprensión actual del aprendizaje productivo como un proceso activo, constructivo, colaborativo y cada vez más autorregulado puede orientar la concepción de medios de aprendizaje nuevos, pero también prácticamente aplicables, que son muy eficaces, con miras a estimular la competencia de los niños en una esfera importante como la solución de problemas matemáticos. Hemos obtenido resultados similares en una reciente investigación en la que se concibió un medio de aprendizaje eficaz para la comprensión estratégica de la lectura en cinco cursos (De Corte, Verschaffel y Van de Ven, en preparación), pero también en un proyecto destinado a mejorar el conocimiento metacognoscitivo y las capacidades de autorregulación en estudiantes universitarios de primer año en economía empresarial (Masui y De Corte, 1999). Aunque esas conclusiones son muy prometedoras, debemos estar asimismo conscientes de que su aportación al logro de nuestro doble objetivo recién mencionado sigue siendo bastante modesta.

Desde la perspectiva de la innovación de las prácticas pedagógicas, los resultados no deben ser sobreestimados. A este respecto, es interesante examinar los estudios desde la perspectiva presentada por el Grupo de Conocimiento y Tecnología de Vanderbilt (1996) con respecto a la relación recíproca entre teorías del aprendizaje y práctica pedagógica. Más concretamente, el grupo ha elaborado un marco interesante para examinar la investigación en tecnología educativa en el contexto de la teoría del aprendizaje y de la práctica pedagógica (véase la figura 3). Su marco de examen de la tecnología en contexto consta de dos dimensiones:

- los contextos de la investigación que van desde marcos de laboratorio *in vitro* situados por encima de las aulas individuales hasta conjuntos conectados de aulas y escuelas;

- los contextos teóricos que van desde el modelo de transmisión del aprendizaje con relación a los modelos constructivistas aplicados durante una parte de la jornada escolar hasta los métodos constructivistas utilizados durante toda la escolaridad.

	In vitro Laboratorio	In vivo Clases individuales y escuelas	En conexión Clases, escuelas y comunidades	
Modelos de transmisión	1	2	3	
Modelos constructivistas: parte de la jornada escolar	4	5	6	Contexto teórico
Modelos constructivistas: toda la escolaridad	7	8	9	
	Contexto de investigación			

FIGURA 3. Marco LTC (Looking at Technology in Context) (Grupo de Conocimiento y Tecnología de Vanderbilt, 1996)

La dificultad, en lo que respecta no sólo a la investigación de la tecnología pedagógica sino también a la investigación sobre el aprendizaje y la instrucción en general, estriba en pasar al segundo e incluso al tercer nivel del marco del examen de la tecnología en contexto. Las intervenciones proyectadas y aplicadas en los estudios presentados más arriba corresponden a la casilla 5 del marco del examen de la tecnología en contexto, que se refiere a los medios de aprendizaje innovadores y de orientación constructivista relacionados con sólo una parte de la escolaridad. Esto dista todavía mucho de abarcar la totalidad del programa de estudios en armonía con el enfoque esencial de los principios básicos de las comunidades de aprendizaje altamente dinámicas deseadas. Además, debemos comprender que la puesta en práctica eficaz de los entornos de aprendizaje, como los establecidos en nuestros experimentos de diseño, exigen un gran esfuerzo a los profesores y requieren cambios radicales en su función y prácticas de enseñanza. En lugar de ser la principal, por no decir la única fuente de información – como suele seguir sucediendo en la práctica pedagógica normal–, el profesor pasa a ser un miembro “privilegiado” de la comunidad de creación de conocimientos, que conforma un clima intelectualmente estimulante, da forma al aprendizaje

y a las actividades de solución de problemas, hace preguntas estimulantes, presta apoyo a los educandos mediante clases de recuperación y orientación, y promueve la actuación de los estudiantes y su responsabilidad con respecto a su propio aprendizaje. La difusión de esta nueva perspectiva con relación al aprendizaje y a la enseñanza ampliamente extendida tardará cierto tiempo en producirse y requerirá un gran esfuerzo en la asociación entre investigadores y profesionales. En realidad, no se trata sólo de adquirir un conjunto de nuevas técnicas pedagógicas, sino que se requiere un cambio fundamental y profundo en las creencias, las actitudes y la mentalidad de los profesores. Esa tarea trasciende la esfera de la investigación del aprendizaje y la instrucción, y constituye un reto para la colaboración entre investigadores pedagógicos con una variedad de conocimientos especializados; por ejemplo, es indispensable tener en cuenta las dimensiones contextual, social y orgánica de las clases y las escuelas en las que se introducen reformas (Stokes, *et al.*, 1997).

Pasemos ahora al segundo objetivo del método de diseño de la investigación, a saber, la contribución a la elaboración de una teoría del aprendizaje de la instrucción. A este respecto, es oportuno hacer algunas consideraciones metodológicas. Debido a la concepción casi experimental de nuestros estudios de intervención, la complejidad de los entornos de aprendizaje y la dimensión bastante reducida de los grupos experimentales, es imposible establecer la importancia relativa de los distintos componentes de las intervenciones en la producción de los efectos positivos sobre la utilización y la transferencia de estrategias cognoscitivas y metacognoscitivas. Desde una perspectiva analítica, esto se considera frecuentemente como una deficiencia metodológica de los experimentos concebidos. En este caso nos enfrentamos con la tensión conocida entre lo que Fenstermacher y Richardson (1994) han denominado la orientación disciplinaria frente a la educativa en la psicología pedagógica. Como la orientación disciplinaria ha predominado durante gran parte del siglo XX, el tipo imperante de investigación consistió durante mucho tiempo en estudios en los que eran “marcos de laboratorio *in vitro*” caracterizados por una gran preocupación por la validez interna y que, en consecuencia, incluían un alto grado de precisión experimental. Según Salomon (1996), este planteamiento de la investigación ha desembocado en el estudio de los procesos y variables psicológicas de manera aislada y de los educandos individuales independientemente de su entorno social y cultural. Esta forma de realizar una investigación omite fácilmente aspectos pedagógicamente importantes y, por consecuencia, carece de pertinencia o de validez ecológica en el aula. Por ese motivo, el método más sistémico de nuestros estudios es perfectamente adecuado y defendible cuando el interés se centra en evaluar la calidad y la eficacia de una intervención de múltiples componentes tal como está

representada por nuestros entornos de aprendizaje colaborativo eficaces (Brown *et al.*, 1996). De hecho, es plausible dar por supuesto que es la combinación de diferentes aspectos del diseño, el contenido y la puesta en práctica de los entornos la que explica los progresos del aprendizaje. Todo esto no significa en modo alguno que el enfoque sistémico no pueda complementarse de manera positiva con una investigación más analítica, como estudios en los que diferentes versiones de complicados entornos del aprendizaje se comparen sistemáticamente con vistas a la identificación de los aspectos que contribuyen de manera particular a su gran eficacia y éxito. Además, la participación de un gran número de clases experimentales en las investigaciones futuras permitirá llegar a conclusiones más fiables y ampliamente aplicables acerca de la eficacia de los medios de aprendizaje, pero al mismo tiempo estudiar más sistemáticamente la relación entre la aplicación de esas intervenciones de los profesores, por un lado, y los resultados del aprendizaje de sus discípulos, por el otro.

Referencias

- Brown, A.L. 1992. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings [Investigaciones de intervención: retos teóricos y metodológicos en la creación de intervenciones complejas en los entornos de la clase]. *The journal of the learning sciences* (Hillsdale, Nueva Jersey), vol. 2, págs. 141-178.
- . 1994. The advancement of learning [Los progresos del aprendizaje]. *Educational researcher* (Washington, DC), vol. 28, n° 8, págs. 4-12.
- Brown, J.S.; Collins, A.; Duguid, P. 1989. Situated cognition and the culture of learning [Conocimiento situado y la cultura del aprendizaje]. *Educational researcher* (Washington, DC), vol. 18, n° 1, págs. 32-42.
- Brown, R. *et al.* 1996. A quasi-experimental validation of transactional strategies instruction with low-achieving second-grade readers [Validación casi experimental de la instrucción en estrategias de transacción con lectores de segundo curso de bajo rendimiento]. *Journal of educational psychology* (Washington, DC), vol. 88, págs. 18-37.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt [Grupo de Conocimiento y Tecnología de Vanderbilt]. 1996. Looking at technology in context: a framework for understanding technology and education research [Examen de la tecnología en su contexto: marco para la comprensión de la tecnología y la investigación pedagógica]. En: Berliner, D.C.; Calfee, R.C., redactores. *Handbook of educational psychology*, págs. 807-840. Nueva York, NY, Macmillan.
- . 1997. *The Jasper Project: lessons in curriculum, instruction, assessment and professional development* [El proyecto Jasper: lecciones en programas de estudio, instrucción, evaluación y perfeccionamiento profesional]. Mahwah, Nuevo Jersey, Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A. 1992. Toward a design science of education [Hacia una ciencia del diseño de la educación]. En: Scanlon, E.; O'Shea, T. (comps.). *New directions in educational technology*. Berlín, Springer-Verlag. (NATO-ASI Series F: Computers and Systems Sciences, vol. 96, págs. 15-22.)
- De Corte, E. 2000. Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology [Asociación de la creación de teoría y el mejoramiento de la práctica escolar: reto permanente a la psicología educativa]. *Learning and instruction* (Tarrytown, NY), vol. 10, págs. 249-256.
- De Corte, E.; Verschaffel, L.; Van de Ven, A. En preparación. *Improving text comprehension strategies in upper primary school children: a design experiment* [Mejoramiento de las estrategias de comprensión del texto en los escolares de enseñanza primaria superior: una investigación de intervención].
- European Round-Table of Industrialists [Mesa Redonda Europea de Industriales] (ERT). 1995. *Education for Europeans: towards a learning society* [La educación para los europeos: hacia una sociedad del aprendizaje]. Bruselas, ERT.

- Fenstermacher, G.D.; Richardson, V. 1994. Promoting confusion in educational psychology: how is it done? [Impulso de la confusión en la psicología educativa: ¿cómo se produce?] *Educational psychologist* (Hillsdale, Nuevo Jersey), vol. 29, págs. 49-55.
- Glaser, R. 1976. Components of a psychology of instruction: toward a science of design [Componentes de una psicología de la instrucción: hacia una ciencia del diseño]. *Review of educational research* (Washington, DC), vol. 46, págs. 1-24.
- Glaser, R.; Bassok, M. 1989. Learning theory and the study of instruction [La teoría del aprendizaje y el estudio de la instrucción]. *Annual review of psychology* (Palo Alto, California), vol. 40, págs. 631-666.
- Glaser, R.; Lieberman, A.; Anderson, R. 1997. "The vision thing": educational research and AERA in the 21st century. Part 3: Perspectives on the research/practice relationship ["El aspecto de la visión": la investigación pedagógica y la AERA en el siglo XXI. Tercera parte: Perspectivas de la relación entre investigación y práctica]. *Educational researcher* (Washington, DC), vol. 26, n° 7, págs. 24-25.
- Kalmykova, Z.I. 1966. Methods of scientific research in the psychology of instruction [Métodos de investigación científica en la psicología de la instrucción]. *Soviet education* (Preston, Reino Unido), vol. 8, n° 6, págs. 13-23.
- Lehtinen, E. et al. 1999. *Computer-supported collaborative learning: a review* [Examen del aprendizaje colaborativo con apoyo de la computadora]. Nijmegen, Países Bajos, Universidad de Nijmegen, Departamento de Ciencias Educativas. (The J.H.G.I. Giesbers Reports on Education, n° 10.)
- Lesgold, A.M. et al. 1978. *Cognitive psychology and instruction* [Psicología cognoscitiva e instrucción]. Nueva York, Londres, Plenum Press.
- Masui, C.; De Corte, E. 1999. Enhancing learning and problem-solving skills: orienting and self-judging, two powerful and trainable learning tools [Mejoramiento de las capacidades de aprendizaje y de solución de problemas: orientación y autovaloración, dos instrumentos de aprendizaje eficaces y susceptibles de instrucción]. *Learning and instruction* (Tarrytown, NY), vol. 9, págs. 517-542.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. 1997. *Gewoon basisonderwijs: Ontwikkelings-doelen en eindtermen. Besluit van mei '97 en decreet van juli '97* [Normas educativas para la enseñanza elemental]. Bruselas, Departamento Onderwijs, Centrum voor Informatie en Documentatie.
- National Council of Teachers of Mathematics [Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas]. 1989 *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. [Programa de estudios y normas de evaluación de las matemáticas escolares]. Reston, Virginia, National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. Committee on Learning Research and Educational Practice [Comité de Investigaciones sobre el Aprendizaje y la Práctica Pedagógica]. 1999. *How people learn: bridging research and practice*. [Cómo se aprende: relación entre la investigación y la práctica]. Washington, DC, National Academy Press.
- Salomon, G. 1996. Unorthodox thoughts on the nature and mission of contemporary educational psychology [Pensamientos no ortodoxos sobre la naturaleza y misión de la psicología educativa contemporánea]. *Educational psychology review* (Nueva York, NY), vol. 8, págs. 397-417.
- Scardamalia, M.; Bereiter, C. 1998. *Web Knowledge Forum: user guide* [Foro del conocimiento de la Red : guía del usuario]. Santa Cruz, California, Learning in Motion.
- Stokes, L.M. et al. 1997. *Theory-based reform and problems of change: contexts that matter for teachers' learning and community* [Reforma basada en la teoría y problemas del cambio: contextos que cuentan para el aprendizaje de los profesores y la comunidad]. Stanford, California, Center for Research on the Context of Secondary Teaching, School of Education, Stanford University.
- van Parreren, C.F.; Carpay, J.A.M. 1972. *Sovjetpsychologen aan het woord* [Los psicólogos soviéticos toman la palabra]. Groningen, Países Bajos, Wolters-Noordhoff.
- Verschaffel, L. et al. 1998. *Leren oplossen van wiskundige contextproblemen in de bovenbouw van de basisschool* [Aprendizaje para resolver problemas de carácter matemático en la escuela primaria superior]. Lovaina, Países Bajos, Universitaire Pers Leuven. (Studia Paedagogica, 22.)
- Verschaffel, L. et al. 1999a. *Leren oplossen van vraagstukken. Een lessenreeks voor leerlingen uit de hoogste klassen van de basisschool* [Aprendizaje para resolver problemas de expresión: serie de lecciones destinadas a los alumnos de la escuela primaria superior]. Diegem, Bélgica, Kluwer.
- Verschaffel, L. et al. 1999b. Learning to solve mathematical application problems: a design experiment with fifth graders [Aprendizaje para resolver problemas de aplicación matemática: investigación de intervención para los alumnos de quinto curso]. *Mathematical thinking and learning* (Mahwah, Nuevo Jersey), vol. 1, págs. 195-229.
- Verschaffel, L. et al. 2000. Supporting mathematical problem solving and posing in Flemish upper elementary school children by means of Knowledge Forum [Apoyo para la solución y planteamiento de problemas matemáticos proporcionado a los niños de la escuela elemental superior flamenca por medio del Foro del Conocimiento]. En: Van der Meijden, H.; Simons, R.J.; de Jong, F. (comps.). *Computer-supported collaborative learning networks in primary and secondary education. Annex 2. Case studies*, págs. 1-29. Nijmegen, Países Bajos, Universidad de Nijmegen. (TSER Project n° 2017.)

Weinert, F.E.; De Corte, E. 1996. Translating research into practice [Conversión de las investigaciones en prácticas]. *En*: De Corte, E.; Weinert, F.E. (comps.). *International encyclopedia of developmental and instructional psychology*, págs. 43-50. Oxford, Reino Unido, Elsevier Science.