

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO EN MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Design and evaluation of adaptive strategies for the improvement of the performance in mathematics in Secondary Education

BLANCA ARTEAGA MARTÍNEZ
Centro María Inmaculada, Madrid

MERCEDES GARCÍA GARCÍA
Universidad Complutense de Madrid

El bajo rendimiento en matemáticas de los estudiantes españoles parece ser una constante en los estudios nacionales e internacionales de los últimos años. El artículo presenta los resultados de un proyecto cooperativo realizado en la provincia de Cuenca (España), con el objetivo de mejorar el rendimiento y actitud en matemáticas. Se diseñan, desarrollan y evalúan tres unidades didácticas para 4º de la ESO, siguiendo los principios de la Educación Adaptativa. Los resultados muestran que las estrategias diseñadas parecen viables y eficaces en contextos escolares regulares, siempre que haya un equipo cooperativo, implicado y formado en teorías de atención a la diversidad.

Palabras clave: *Educación Secundaria, Rendimiento en matemáticas, Estrategias adaptativas, Atención a la diversidad, Evaluación.*

Introducción

Las evaluaciones nacionales e internacionales de los últimos años han puesto de manifiesto el bajo rendimiento en matemáticas de los alumnos y alumnas al terminar la Educación Secundaria Obligatoria (INCE, 2001; TIMSS, 2007; PISA, 2006). Socas (1997) afirma que las dificultades

que aparecen en el aprendizaje de las matemáticas se relacionan con factores del estudiante (procesos de desarrollo cognitivo, procesos de pensamiento matemático, actitudes afectivas y emocionales hacia las matemáticas) o de la enseñanza (complejidad de objetivos y procesos de enseñanza). Es frecuente que el bajo rendimiento en matemáticas se asocie con dificultades

cognitivas pero, en los últimos años, se ha puesto en evidencia la carga emocional de las matemáticas, de forma que la «tensión o el miedo» que muchos alumnos tienen hacia las matemáticas puede hacer que las dificultades aumenten o el aprendizaje se bloquee (McLeod, 1992; Gómez Chacón, 2000^a y 2000^b). Por «procesos de enseñanza» se incluyen tanto aspectos que tienen que ver con los materiales y recursos curriculares utilizados en el aula como con los diferentes estilos y los métodos de enseñanza empleados por el profesor.

En cualquier caso, el problema del bajo rendimiento se convierte en una cuestión básica tanto para políticos como para investigadores o docentes del sistema educativo. Parece necesario, pues, comprender qué es lo que está fallando y, sobre todo, descubrir estrategias que puedan solucionar esta situación.

González Ramírez (2000: 23) afirma que «cuando se enseña bien, la matemática interesa a todos los alumnos, no hasta el punto de suscitar en ellos la vocación de convertirse en matemáticos, pero sí para infundirles la fuerza y el deseo de adquirir la cultura básica que se necesita hoy». Es decir, el aprendizaje mejora cuando los alumnos tienen a su alcance contenidos que se ajustan a su capacidad e interés inicial y, por consiguiente, responden a sus necesidades concretas. Y de esto trata, precisamente, la Educación Adaptativa. Esta teoría pone de manifiesto que los problemas de rendimiento se deben al desajuste entre los procedimientos educativos utilizados y las aptitudes de los estudiantes (García, 1997). Se podría conjeturar que el alto índice de suspensos se debe a que la metodología utilizada no se adapta a las necesidades de los estudiantes de esta etapa. Por ello, si se elaboran y utilizan estrategias adecuadas a las diferencias individuales de los estudiantes podría aumentar la eficacia de la enseñanza de la matemática.

Las estrategias adaptativas intentan lograr que todos los estudiantes dominen los objetivos

básicos; para ello, plantean la necesidad de realizar un análisis de la realidad. En este primer análisis diagnóstico se concretan los objetivos comunes (aquellos que todos los estudiantes tienen que alcanzar), se identifican los factores asociados a las diferencias del rendimiento en matemáticas (características grupales/individuales de los estudiantes y contexto educativo) y se analizan las actitudes y metodología del profesor (actitud hacia la diversidad, rol docente, actividades/recursos y método de enseñanza). Este análisis es el primer paso para seleccionar las formas de adaptación más adecuadas para esa situación concreta, porque no son ni los decretos ni las medidas externas al centro las que parecen funcionar mejor ni, desde luego, aquellas que se toman en términos correctivos, sino, precisamente, las que surgen del propio contexto, son de carácter preventivo, se desarrollan a lo largo de todo el proceso planificado y son consensuadas por el equipo de profesores (García Corona *et al.*, 2009). En este artículo presentamos algunos de los resultados del proyecto de innovación educativa llevado a cabo durante el curso 2003-2004 en aulas de Secundaria de la provincia de Cuenca (Arteaga, 2006).

Los datos publicados con anterioridad al comienzo de esta investigación por el Consejo Escolar de Castilla-La Mancha (curso 2001-2002) ponen de manifiesto que los alumnos conquenses en matemáticas se sitúan por debajo en todos los cursos respecto a las medias de todas las provincias de la comunidad autónoma (véase tabla 1).

El índice de aprobados en cuarto curso se sitúa en un 54,1%. Este dato, inferior a los manejados a nivel de Estado, pone de manifiesto que casi la mitad de los estudiantes no alcanzan los objetivos en matemáticas al finalizar una etapa educativa que es obligatoria. Es decir, los datos nos muestran que esta área de conocimiento necesita una atención educativa preferente. La búsqueda de soluciones a esta problemática hace que un grupo de investigadores y docentes

TABLA I. Calificaciones positivas de matemáticas en Educación Secundaria de Castilla-La Mancha (curso 2001-2002)

Áreas	Primer ciclo					Tercer curso					Cuarto curso				
	AB	CR	CU	GU	TO	AB	CR	CU	GU	TO	AB	CR	CU	GU	TO
Matemáticas	64,8	57,8	55,0	59,4	57,3	53,3	50,2	47,3	49,4	47,3	59,9	62,2	54,1	57,3	57,1

AB: Albacete; CR: Ciudad Real; CU: Cuenca; GU: Guadalajara; TO: Toledo.

intenten probar si otro modo de entender y atender a los estudiantes pudiera mejorar los resultados en matemáticas. Este artículo resume los resultados de este trabajo.

Objetivos

El objetivo es evaluar si estrategias educativas contextuales, diseñadas por un equipo de profesores de matemáticas formado en los planteamientos de la Educación Adaptativa, mejoran los resultados de matemáticas en 4º de ESO. Previamente, para poder adaptar la intervención, se diagnostican las características contextuales y aptitudinales de los grupos de intervención relacionadas con el rendimiento matemático. Para ello presentamos, primero, el diseño de las estrategias de adaptación justificado en el marco teórico que guía nuestra propuesta y, en segundo lugar, la metodología y los resultados de la evaluación de las estrategias diseñadas.

Diseño de las estrategias de adaptación en el marco de la Educación Adaptativa

La propuesta educativa se plantea a partir de los principios de Educación Adaptativa (Corno y Snow, 1986; Wang, 1995; García, 2000; Towle y Halm, 2005; Burgos, Santos y Fernández, 2007), por lo que, conscientes de que uno de los pilares de la viabilidad y eficacia de las estrategias de adaptación pasa por la implicación directa del profesorado, son éstos quienes, formados y supervisados por nosotras, reformulan los

objetivos y desarrollan los materiales adaptados a las necesidades de los estudiantes de sus aulas. Paralelamente, se diagnostica la situación aptitudinal y contextual de las aulas para así seleccionar el modelo de enseñanza-aprendizaje que mejor se adapte a la situación educativa.

El diagnóstico del contexto educativo pone de manifiesto que es escasa la implicación de los equipos directivos y orientadores de los centros, por lo que las estrategias que se diseñan tienen que desarrollarse sin cambios ni en la organización de los grupos ni en los recursos personales asignados ni en la flexibilización de la organización temporal en las aulas. Sin embargo, se cuenta con el apoyo de la Delegación de Educación en Cuenca, que financia el curso de formación, lo que facilita la participación del profesorado, así como el desarrollo y seguimiento del trabajo.

En consecuencia, no se dispone de las condiciones óptimas para proceder a intervenciones adaptativas (apoyo del equipo directivo, flexibilización espacio-temporal, reagrupamiento, diagnóstico diferenciado), pero se cuenta con elementos fundamentales para su diseño y desarrollo: coordinación por expertos de atención a la diversidad y didáctica matemática, equipo docente motivado y dispuesto a plantear una intervención en sus aulas de 4º de Secundaria Obligatoria y un plan de formación en Educación Adaptativa (antes y durante la intervención)¹.

En cuanto al diagnóstico de las diferencias individuales de los estudiantes (lo que la teoría

adaptativa denomina *aptitud para el aprendizaje*, parece que la aptitud para las matemáticas de estos grupos consta de un constructo compuesto por componentes cognitivos, actitudinales y procesuales que incluyen: comprensión verbal, experiencia educativa anterior, rendimiento previo en lenguaje y matemáticas, implicación en el estudio y actitud positiva² hacia las matemáticas (p -valor $<0,05$; en todos los casos correlación positiva), pudiendo suponer estudiantes con diferente nivel aptitudinal para las matemáticas (Arteaga, 2006).

A partir del diagnóstico diferencial, se decide que lo más adecuado es *diseñar actividades* variadas para cada objetivo de las unidades programadas que: cuiden la claridad del lenguaje en los planteamientos de los materiales; se centren en el dominio de los conceptos y competencias básicas; respeten diferentes ritmos de aprendizaje en función del conocimiento, actitud e implicación de los estudiantes; oferten tanto actividades de refuerzo como de ampliación; potencien el trabajo independiente, la cooperación, la iniciativa y la exploración del material (García, 2000; Arteaga, 2006).

Los profesores matriculados en el curso de Metodología Adaptativa en Matemáticas, del Centro de Profesores de Cuenca, son los que, tras la primera fase de formación en los principios de la teoría adaptativa, desarrollan las estrategias y materiales para adaptarse a las diferencias de sus estudiantes. Asimismo, modifican su rol docente caracterizado por: trabajo en equipo para planificar, elaboración de actividades y materiales variados para los objetivos consensuados y mediación en el ajuste de los materiales a cada estudiante.

Se diseñan tres unidades para 4º de ESO y se implantan durante el segundo trimestre del curso académico, con un solo profesor en el aula. Cada unidad incluye los siguientes elementos: prueba inicial (sobre los objetivos de la unidad para determinar el grado de preparación del alumno para iniciar la unidad); hoja de

propuestas (guía de aprendizaje sobre los conceptos y procedimientos de la unidad; tiene una función de organización previa y de dirección individual del aprendizaje); actividades (definición de conceptos y ejercicios prácticos con autocorrección); actividades de refuerzo (para los que no superan la unidad y para los que no dominan conceptos básicos anteriores); actividades de ampliación (para aquellos que superan los objetivos de la unidad antes del tiempo previsto y puedan, o quieran, profundizar en los contenidos de estudio); y prueba final (valoración del dominio de los objetivos de la unidad).

Metodología

Mediante un diseño pre-postest se evalúa la eficacia de las estrategias y materiales adaptativos. No hay grupos de control porque el muestreo es intencional y son los profesores participantes en el proyecto los que implantan las estrategias en sus propios grupos. No obstante, se toman como referencia las calificaciones de la primera evaluación como medida de control y el porcentaje de aprobados en 4º de ESO de la provincia de Cuenca (ciudad de referencia de los centros de intervención).

Durante la intervención se controla la implantación de la intervención en los diferentes grupos para que la intervención sea equiparable; se recogen las incidencias y los resultados de las unidades diseñadas y los resultados de las evaluaciones, previas y finales, de las unidades didácticas.

Tras la intervención, se pasan las pruebas de rendimiento y actitud hacia las matemáticas a los estudiantes de los grupos de intervención. Finalmente, se realiza una entrevista a los profesores para recoger su percepción y valoración sobre el aprendizaje de sus estudiantes, su propia competencia docente y la satisfacción con la intervención diseñada.

Se realizan análisis descriptivos, correlacionales y análisis de diferencias mediante pruebas no paramétricas y análisis de contenido de las entrevistas.

Descripción del grupo de estudio

El grupo de estudio consta de ocho profesores (cinco mujeres y tres varones) y sus respectivos grupos de 4º de ESO de cinco institutos de Educación Secundaria de la provincia de Cuenca. Hay que destacar que es un grupo docente preocupado por el aprendizaje de las matemáticas y que, voluntariamente, se comprometen a participar durante un curso escolar en cada una de las fases de la investigación. El número de alumnos de cada grupo se puede observar en la tabla 2.

TABLA 2. Descripción numérica de la muestra definitiva

Centro	Modalidad	Profesor	4º de ESO	Totales por centro
1	A	1	12	33
	A	2	21	
2	B	3	19	19
3	B	4	20	48
	B	5	28	
4	B	6	28	52
	B	8	24	
5	B	9	30	30
Totales			182	182

La mayoría de los centros del grupo de estudio son públicos y urbanos. Los profesores son licenciados en Matemáticas; más de la mitad (66,67%) tienen destino definitivo e imparten 18 horas lectivas, no siempre dedicadas a matemáticas. Todos los profesores han asistido en los últimos tres años a un curso de formación sobre aspectos curriculares o aplicaciones informáticas y participan en el curso de Metodología Adaptativa en Matemáticas.

Respecto a los estudiantes de los grupos de intervención, el 54,1% son chicas, frente al 45,9% de chicos; el 22% ha repetido alguna vez y el 17,3% tiene matemáticas suspensas del curso anterior.

VARIABLES e instrumentos de medida

Se ha recogido información tanto para el diagnóstico de las aptitudes relacionadas con el rendimiento en matemáticas como para la evaluación de la eficacia y viabilidad de la intervención diseñada: 1) de los alumnos: *cuestionario ad hoc* (datos personales, familiares, aptitud verbal, historial académico); *escala de autoconcepto* (modif. Villa, 1985); *escala de actitud* hacia las matemáticas (Gairín, 1990); y *rendimiento en matemáticas* (inicial y final de las unidades diseñadas); 2) de los profesores: *cuestionario ad hoc* (datos personales, formación, experiencia profesional y metodología utilizada antes de la intervención); *entrevista grupal semiestructurada* (percepción eficacia, dificultades, mejoras, satisfacción y percepción de la competencia docente tras la intervención)³.

Resultados

Estrategias adaptativas y resultados en matemáticas

Los resultados en matemáticas se relacionan con actitud y rendimiento (tanto en las unidades programadas como en el logro de objetivos de la asignatura, a través del número de aprobados).

Respecto a la actitud, se utiliza la prueba no paramétrica para dos muestras relacionadas de Wilcoxon, comparando los ítems del *cuestionario de actitud hacia las matemáticas* antes y después de la intervención. Solamente es significativo el ítem 19 «Me gusta hacer trabajo y problemas de matemáticas», siendo significativamente mayor tras la intervención (-2,544; P: 0,011).

En rendimiento se observan diferencias significativas entre los resultados de pre-postest (t-Student para datos pareados: $-3,91$, grados de libertad: 179 p-valor 0), por lo que parecen observarse diferencias significativas tras la intervención. De acuerdo a la media del grupo, antes y después de la intervención (tabla 3), el grupo ha mejorado.

TABLA 3. Medias pre y postest del rendimiento en matemáticas

	N	Media	Desviación típica
Pretest	180	5,07	2,108
Postest	180	5,46	2,205

Tras la intervención, utilizando la prueba M de Box (tabla 4), comprobamos que el grupo no se homogeniza en el postest, dado que la matriz de varianzas-covarianzas se mantiene invariante. Al ser las diferencias significativas y la media del postest mayor, podríamos interpretarlo como que las calificaciones del grupo se concentran de la misma manera, pero en torno a una mayor media.

TABLA 4. Resultados de la prueba M de Box

M de Box		0,415
F	Aprox.	0,414
	gl1	1
	gl2	386635,000
	Sig.	0,520

Un análisis descriptivo más detallado con las calificaciones de los estudiantes (tablas 5 y 6) nos permite observar la tendencia de este cambio.

Tal y como se observa en la tabla 4, hay un menor porcentaje de suspensos entre la evaluación inicial (34,8%) y la final (23,9%), y sensiblemente inferior que el porcentaje de suspensos

en matemáticas de la provincia de Cuenca (45,9%). Por otra parte, también se observa un porcentaje mayor en las notas por encima de siete puntos (24,8% en la evaluación inicial, frente al 35% en la final).

TABLA 5. Calificaciones en matemáticas antes y después de la intervención

Calificación	Resultados pretest 4º ESO		Resultados postest 4º ESO	
	% vál.	% acum.	% vál.	% acum.
0	0,0	0,0	1,7	1,7
1	7,7	7,7	6,1	7,8
2	6,6	14,4	4,4	12,2
3	7,2	21,5	6,1	18,3
4	13,3	34,8	5,6	23,9
5	22,7	57,5	22,2	46,1
6	17,7	75,1	23,9	70,0
7	11,6	86,7	13,9	83,9
8	8,8	95,6	8,9	92,8
9	4,4	100,0	5,0	97,8
10	0,0	100,0	2,2	100,0
	100,0		100,0	

Finalmente, se analiza la relación entre la calificación pretest y postest (tabla 6) para determinar uno de los criterios de eficacia de la Educación Adaptativa: *todos los alumnos deben beneficiarse, en términos de mejora en el rendimiento, de la intervención realizada.*

En la tabla 5 se observa que 30 estudiantes (16,67%) pasan de estar suspensos en el pretest a aprobados en el postest. En la situación contraria, pasan de aprobado a suspenso 10 alumnos (5,56%). Si lo valoramos globalmente, parece que hay 43 estudiantes (23,89%) que empeoran su calificación, 52 estudiantes (28,89%) que mantienen la misma calificación y 85 (47,22%) que la mejoran (de uno a tres puntos). Observando estos resultados, parece que hay una mayor ganancia en los alumnos que en la primera evaluación

TABLA 6. Calificaciones pretest y posttest en 4º de ESO

Calificación	Postest matemáticas											Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pretest												
1	3	8	2	1								14
2		3	2	1	1	5						12
3			1	4		8						13
4			1	4	2	10	3	4				24
5			1	1	2	11	20	3	2			40
6			1		4	5	9	10	3			32
7					1	1	9	5	3	2		21
8							2	2	7	3	2	16
9								1	1	4	2	8
Total	3	11	8	11	10	40	43	25	16	9	4	180

Nota: En negrita los alumnos aprobados y con mejor nota que en el pretest. En cursiva los alumnos con menor nota que en el pretest.

obtuvieron una puntuación igual o inferior a 6 puntos. Esta situación nos pudiera hacer pensar que las estrategias diseñadas en este trabajo se adaptan mejor a los estudiantes de rendimiento previo bajo que a los estudiantes de rendimiento previo alto, si bien éstos tienden a mantener su puntuación. En cualquier caso, no podemos decir que estas estrategias benefician a todos los estudiantes, al menos en el tiempo y modo de aplicación realizado, puesto que un 24% de alumnos no consiguen al menos aprobar los objetivos planteados.

En resumen, el análisis de los resultados pone en evidencia que las estrategias adaptativas, implementadas en un trimestre, mejoran el rendimiento en matemáticas de los alumnos de 4º curso de ESO del grupo de estudio, si tenemos en cuenta que aumenta significativamente el rendimiento y que el 76,1% aprueba tras la intervención, frente al 65,2% de la evaluación inicial o del 54,1% de los alumnos conquenses. Y que estas estrategias parecen más adaptadas a los alumnos de aptitudes previas para las matemáticas más bajas.

Percepción de los profesores sobre la eficacia de las estrategias

Del análisis de las entrevistas individuales realizadas, el profesorado participante valora positivamente este tipo de estrategias y muestra su satisfacción con los materiales diseñados. Como afirma un profesor: «Personalmente, me ha resultado un método muy interesante y me ha dado nuevas ideas para motivar a los chicos [...] les gustó bastante el método, trabajaban a buen ritmo y de una manera autodidacta y los resultados han sido bastante buenos» (profesor 3).

Perciben, asimismo, que un material como éste, diferenciado y elaborado con anterioridad, les es más útil: «Para los alumnos (y también para mí), el hecho de tener una colección secuenciada de problemas desde el principio ha sido muy cómodo» (profesor 9).

El material, en cualquier caso, es mejorable. Particularmente, habría que reformar:

- Las pruebas iniciales de unidad: «No me han aportado información significativa [...] (profesor 8). «[...] son una buena

- manera de introducir los temas, pero no he conseguido un esfuerzo total de los chicos al realizarlas» (profesor 9).
- Las hojas de propuestas: «Me parecieron una buena idea y muy orientadoras para los alumnos. No han sido vistas así por ellos, las han rellenado como una obligación más o las han perdido por desinterés» (profesor 8).
 - Las actividades complementarias: «En cuanto al objetivo de consultar otros libros y problemas, apenas lo han hecho, no están acostumbrados ni dispuestos a “perder” ni un minuto en algo que no ven necesario mientras haya alguien [el profesor] que resuelve dudas de forma inmediata» (profesor 9).

Por otro lado, perciben una mejora en su actitud o implicación en matemáticas porque observan que sus alumnos, con esta metodología, están más tiempo centrados en las actividades de matemáticas que con los métodos utilizados anteriormente por ellos.

Sin embargo, perciben que no funciona de la misma manera para todos los estudiantes. A diferencia de la tendencia encontrada en rendimiento (tabla 5), los profesores perciben que estas estrategias se ajustan mejor a los estudiantes de *alta aptitud matemática* (más centrada en actitud que en conocimiento). Los profesores lo expresan así: «Encuentro que esta metodología es buena para los alumnos motivados para el estudio y casi adultos [...] A los alumnos que les gusta estudiar, les es muy útil, sacan más consecuencias del estudio, se fijan más y obtienen muchas más satisfacciones cuando las cosas les salen bien. Mientras que para aquellos alumnos que sólo buscan cómo se hace y no les interesa nada porque jamás estudian la teoría y ni siquiera las definiciones, les es poco eficaz» (profesor 6). «Los alumnos con deficiencias de conocimientos, pero trabajadores, pueden mejorar algo si están bien organizados. Los alumnos con un nivel suficiente de conocimientos pero poco trabajadores, los resultados

se mantienen o empeoran un poco, y con los alumnos buenos, trabajadores y bien organizados, la mejora puede ser importante porque se acostumbran a consultar y buscarse mejor lo que necesitan» (profesor 4).

En cuanto a sí mismos, los docentes parece que se sienten más competentes, sobre todo en la elaboración de materiales específicos para atender la diversidad de sus estudiantes. Los profesores manifiestan que mejora su propia actitud hacia la diversidad de las aulas y su implicación en el cambio. Además, perciben que estas estrategias permiten concretar qué y cómo enseñar, utilizando procedimientos más eficaces. En cualquier caso, parece ser un punto de partida y seguridad para atender la diversidad en sus aulas que les proporciona una actitud más positiva hacia la diversidad y su implicación en el cambio.

Conclusiones

Las estrategias adaptativas contextualizadas parecen mejorar el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de 4º de Secundaria de los centros del grupo de estudio, aumentando el rendimiento y disminuyendo el número de suspensos con respecto a la evaluación inicial y a la población de referencia.

Los profesores perciben, en primer lugar, que la experiencia ha sido, sobre todo, positiva para los estudiantes, puesto que han incrementado su rendimiento en los contenidos de matemáticas trabajados, pero, también, la implicación en las tareas. Y en segundo lugar, ha sido satisfactoria para el equipo docente, ya que han trabajado como un equipo cooperativo, antes y durante la intervención, y con alumnos que parecían más implicados y cada vez más autónomos. Ello ha supuesto, en opinión de los profesores, una motivación positiva para su labor docente y una mayor confianza para atender a la diversidad de sus aulas, probando y combinando diferentes metodologías y procedimientos, tal como propone la teoría adaptativa.

Las estrategias adaptativas parecen funcionar mejor para unos alumnos que para otros. Sin embargo, la percepción de los profesores y el análisis de los datos parecen estar encontrados. Mientras en opinión de los profesores se ajustan mejor a los alumnos ya motivados y autónomos, los datos parecen poner en evidencia que son más adecuadas para los de bajo conocimiento previo en matemáticas. La diferencia, posiblemente, está en la concepción del tipo de aptitud previa de los estudiantes. El pretest del estudio evalúa «conocimiento matemático» y los profesores diferencian entre «trabajador» y «conocimientos». Posiblemente, la implicación en las actividades de aprendizaje (subyacente, posiblemente, en el término «trabajador») es un requisito importante para este tipo de estrategias que intentan apoyar la autonomía y responsabilidad del estudiante en su propio aprendizaje (Snow, 1980; Bell y Kozlowski, 2002).

En consecuencia, la elaboración y utilización de materiales adaptados a las necesidades del estudiante podría aumentar la eficacia de la enseñanza de las matemáticas tal como afirma González Ramírez (2000). Es decir, la meta es ofrecer la ayuda pedagógica que el alumno necesita, ajustando la intervención educativa a la individualidad. Pero hay que destacar que gran parte de esta eficacia corresponde al equipo docente que la implanta. Necesita una formación adecuada y una guía técnica que dirija las decisiones de adaptación a partir de un marco

teórico, preciso y flexible. En este caso, el apoyo ha recaído en las investigadoras de este proyecto, pero los centros podrían utilizar el Departamento de Orientación como instrumento de coordinación y dinamización.

En definitiva, podríamos pensar que la utilización de estrategias adaptativas es posible en un sistema comprensivo y con los recursos que habitualmente tiene la escuela, siempre que haya un equipo cooperativo, flexible, implicado, con actitudes positivas hacia la diversidad, formado en estrategias de adaptación y coordinado desde los principios adaptativos de intervención.

Para terminar quisiéramos insistir en la importancia de enmarcar nuestros proyectos de investigación y evaluación dentro de una teoría que, por un lado, justifique y oriente nuestra toma de decisiones en la elección de los objetivos, del diseño y de la evaluación, y, por otro lado, nos ayude a interpretar comprensivamente los resultados. En este campo, como en tantos otros, el intercambio de información y la cooperación entre investigadores de distinta formación se hace imprescindible. No menos importante es la continuidad de los proyectos y los miembros de los equipos, puesto que el aprendizaje de los errores cometidos, de las luces obtenidas y la discusión de los supuestos enunciados nos ayudarían a conocer mejor los procedimientos eficaces para mejorar los resultados educativos a través de estrategias de atención a la diversidad.

Notas

¹ El plan de formación se desarrolla en Arteaga y García (2008).

² En actitud hacia las matemáticas, medida con los instrumentos de Villa (1985) y Gairín (1990), sólo se utilizan los ítems que manifiestan relación significativa: *ninguna vez siento que no sirvo para nada, me siento seguro cuando hago matemáticas, me divierten las clases de matemáticas, las clases de matemáticas no se me hacen muy largas, me gustan los días que hay clase de matemáticas, me gusta hacer trabajo y problemas de matemáticas y paso mucho tiempo estudiando matemáticas.*

³ La relación completa de las variables y los instrumentos utilizados en su medición pueden consultarse en B. Arteaga (2006). *Educación Adaptativa y rendimiento en matemáticas*, tesis doctoral, Madrid, UCM, en: <http://eprints.ucm.es/tesis/edu/ucm-t%2029532.pdf>

Referencias bibliográficas

- ARTEAGA, B. (2006). *Educación Adaptativa y rendimiento en matemáticas*, tesis doctoral, Dpto. MIDE, Universidad Complutense.
- ARTEAGA, B. y GARCÍA-GARCÍA, M. (2008). La formación de competencias docentes para incorporar estrategias adaptativas en el aula, *Revista Complutense de Educación*, 19(2), 253-274.
- BELL, B. y KOZLOWSKI, S. (2002). Adaptive guidance: enhancing self-regulation, knowledge, and performance in technology-based training, *Personnel Psychology*, 55(2), 267-306.
- CORNO L. y SNOW, R. E. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners, en WITTRICK, C. M. (ed.), *Handbook of research on teaching*, Londres, MacMillan, 605-629.
- GAIRÍN SALLÁN, J. (1990). *Las actitudes en educación. Un estudio sobre educación matemática*, Barcelona, Boixareu Universitaria.
- GARCÍA-CORONA, D.; GARCÍA-GARCÍA, M.; JUAREZ-PÉREZ, G. y PASTOR-GIL, L. (2009). Propuestas de mejora para atender la diversidad cultural en los centros de Secundaria. Análisis de las prácticas educativas en la Comunidad Autónoma de Madrid, *III Congreso Internacional Intercultural*, Almería.
- GARCÍA-GARCÍA, M. (1997). Educación Adaptativa, *Revista de Investigación Educativa*, 15(2), 247-271.
- GARCÍA-GARCÍA, M. (2000). Orientaciones para hacer viables las estrategias de adaptación en Educación Secundaria Obligatoria, *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 11, 20, 229-240.
- GÓMEZ CHACÓN, I. M. (2000a). *Matemática y contexto. Enfoques y estrategias para el aula*, Madrid, Narcea.
- GÓMEZ CHACÓN, I. M. (2000b). *Matemática emocional*, Madrid, Narcea.
- GONZÁLEZ RAMÍREZ, T. (2000). *Metodología para la enseñanza de las matemáticas a través de la resolución de problemas*, Barcelona, Cedece Editorial.
- INCE (2001). *Evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria 2000: datos básicos*, Madrid, Instituto Nacional de Calidad y Evaluación.
- MCLEOD, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: a reconceptualization, *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York, Macmillan y NCTM.
- PISA (2006). *Science Competencies for tomorrow's World*, vol. 1, Análisis, OCDE.
- SNOW, R. E. (1980). Aptitude, learner control and adaptive instruction, *Educational Psychology*, 15(3), 151-158.
- SOCAS, M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Secundaria, en RICO, L. (coord.), *La educación matemática en la Enseñanza Secundaria*, ICE Universidad de Barcelona, Horsori Educación, 125-154.
- TIMSS (2007). *Trends in International Mathematics and Science Study*, Chesnut Hill (EE UU), IEA, Timss International Study Center.
- TOWLE, B. y HALM, H. (2005). Designing adaptive learning environments with Learning Design, en KOPER, R. y TATTERSALL, C. (eds.), *Learning Design: A Handbook of Modeling and Delivering Networked Education and Training*, Heidelberg, Springer Verlag.
- VILLA, A. (1995). *Multidimensionalidad del modelo de profesor ideal y condicionantes estructurales que lo determinan: estudio empírico en una muestra de alumnos de 8º de EGB de Vizcaya*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- WANG, M. C. (1995). *Atención a la diversidad del alumno*, Madrid, Narcea.

Fuentes electrónicas

- BURGOS, D.; SANTOS, J. L. y FERNÁNDEZ GUERRERO, D. (2007). *Proyecto Suma. Modelo de aprendizaje adaptativo* <<http://eduforge.org/docman/view.php/230/3279/E4.4-2-ModeloDeAprendizajeAdaptativo-v1-05.pdf>> [Fecha de consulta: 29/junio/2009].

Abstract

Design and evaluation of adaptive strategies for the improvement of the performance in mathematics in Secondary Education

The overall low performance in mathematics of the Spanish students seems to be a constant in both the national and international studies over the last years. The objective of this article is to present the results of a cooperative project made in the province of Cuenca (Spain) with the purpose of improving the performance and attitude of the students in the subject of mathematics. Three didactics units for 4th level of ESO are designed, developed and evaluated following the principles of the Adaptive Education. The results clearly show that the designed strategies seem feasible in regular school contexts, whenever there is a team which is not only cooperative and implied, but also formed in theories of attention to the diversity.

Key words: *Secondary Education, Performance in mathematics, Adaptive strategies. Attention to the Diversity, Evaluation.*

Perfil profesional de las autoras

Blanca Arteaga Martínez

Licenciada en Matemáticas y doctora en Pedagogía por la UCM. Profesora de Matemáticas y PCPI en el Centro Concertado María Inmaculada de Madrid. Profesora en la Universidad Internacional de La Rioja. Su línea de investigación está centrada, fundamentalmente, en metodologías educativas para la prevención del fracaso escolar en matemáticas.
Correo electrónico de contacto: blanca.colegio@gmail.com

Mercedes García García

Doctora en Pedagogía, profesora titular de Pedagogía Diferencial de la UCM y codirectora del grupo de investigación «Pedagogía Adaptativa». Sus líneas de investigación actuales son la teoría adaptativa, la eficacia de las estrategias de atención a la diversidad en Educación Secundaria y la evaluación de competencias en el marco del EEES.
Correo electrónico de contacto: mergarci@edu.ucm.es