

Evaluación de Actitudes hacia la integración de Calculadoras Gráficas en el currículum de Educación Secundaria.

Evelio Bedoya
evebedoya@hotmail.com

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas,
Facultad de Ciencias. Universidad del Valle,
Colombia.*

José Gutierrez
jguti@ugr.es

*Departamento de Métodos de Investigación y
Diagnóstico en Educación, Facultad de
Educación. Universidad de Granada. España.*

Luis Rico
lrico@ugr.es

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas,
Facultad de Educación. Universidad de Granada.
España.*



La comprensión de un fenómeno no es una cuestión que consiste en saber observar los verdaderos nexos causales prescritos por la Naturaleza sino en imponer, de acuerdo con unos objetivos, una estructura que surge de la interacción entre el investigador y el fenómeno

(Lincoln & Guba, 1985, p. 150)

Introducción

Las nuevas tecnologías informáticas aplicadas al cálculo simbólico y dotadas de modernos sistemas de representación, conocidas como calculadoras graficadoras (CG) con las cuales trabajamos (en nuestro caso, los modelos CG TI-83 y TI-92), junto con sus diferentes accesorios tecnológicos y materiales de apoyo empleados en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas están jugando un papel central en el diseño, planificación e implementación del currículum de la ESO. Estos recursos tecnológicos junto con la cada vez mayor cantidad de literatura al uso sobre sus utilidades didácticas permiten considerar un marco conceptual objetivo para planificar, desarrollar y evaluar la complejidad que conllevan los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos en ambientes tecnológicos; y a la vez constituyen otro de los elementos en que se estructura un modelo de organización curricular que incorpora las nuevas tecnologías como parte integral de los sistemas de aprendizaje en los planes de formación inicial de profesores.

El plan de formación desarrollado en esta investigación forma parte de un curso-taller sobre "Calculadoras graficadoras y enseñanza de funciones en el Currículum de Secundaria", ofrecido con carácter opcional y voluntario a los alumnos de la Facultad de Ciencias de último año de la Carrera de Matemáticas, como posible itinerario formativo dirigido a licenciados con una clara orientación

profesional hacia la docencia en Educación Secundaria. El curso se desarrolló con 10 alumnos en sesiones de 4 horas a lo largo de dos meses, de manera que los estudiantes tuvieron tiempo de desarrollar tareas de diseño curricular con las calculadoras gráficas de forma autónoma en su casa, acompañados de materiales de apoyo con situaciones problema aplicados a la vida real y orientados a una modelización y visualización de contextos de referencia de la función cuadrática. El curso-taller trataba de desarrollar un enfoque no convencional del estudio de la función de segundo grado, en un entorno de trabajo socioconstructivista y cooperativo de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El diseño de la investigación contemplaba un análisis exhaustivo de las producciones de los alumnos durante el desarrollo del curso, así como una serie de procedimientos de recogida de datos y observación participante de varios agentes implicados en el proceso formativo. El centro de atención principal de este artículo atiende a los resultados mostrados por los estudiantes ante una escala de actitud al principio y al final del curso-taller. Los cambios de actitudes observados son consideradas aquí como una prueba más para la evaluación del propio programa formativo en relación a la integración de la CG en el currículum de matemáticas de la ESO; así como un instrumento de diferenciación de las posiciones y resistencias de los profesores en formación sobre en cuanto a las utilidades didácticas de estas tecnologías.

Durante el debate y reflexión conjunta realizados hacia el final de la primera sesión, la mayoría de los estudiantes manifestaron que conocían muy poco sobre tecnologías, y menos en lo que se refiere a su uso como recursos de apoyo para la enseñanza de las matemáticas. Solamente algunos reconocieron haber utilizado, puntualmente, para realizar algún trabajo específico de matemáticas, los *software Matemática y Derive*. Así pues, todos los conocimientos y oportunidades para desarrollar algún dominio en el manejo de las calculadoras, tanto los que les ofrecimos, como los que ellos hubieran podido aprender durante el desarrollo del curso, los podemos considerar completamente nuevos para estos alumnos.

Como era de esperarse, en relación con el manejo y utilización de dichas tecnologías, estos alumnos alcanzaron satisfactoriamente las expectativas que nos habíamos propuesto al respecto: que conocieran y se familiarizaran con estas herramientas, y adquirieran las destrezas básicas sobre ellas, especialmente en relación con el contenido matemático específico y como recursos curriculares y didácticos. Esta consideración la hacemos con base al hecho de que todos los estudiantes realizaron la gran mayoría de las actividades que les propusimos durante el desarrollo de las sesiones y los resultados de las evaluaciones conjuntas que realizamos durante las distintas fases del programa entre todos los agentes (alumnos, investigadores, observadores y expertos).

Sin embargo, hemos de reconocer la dificultad que han mostrado para la incorporación de la terminología propia de estas tecnologías en sus discursos, así como el débil uso de los conceptos relacionados con sus utilidades didácticas. Esto se ha puesto de manifiesto en sus reiteradas intervenciones, durante los diferentes debates y reflexiones conjuntas realizadas a lo largo de cada una de las sesiones. Los profesores de matemáticas cuando se plantean el problema de la enseñanza, bien en su fase de formación inicial, o bien en sus funciones profesionales de organización curricular y ejecución en el aula, ponen en funcionamiento todo un repertorio de creencias y actitudes que condicionan e influyen, tanto en su propio proceso de formación, como en sus propias producciones y prácticas didácticas. Las actitudes y creencias que los profesores de matemáticas poseen sobre los distintos elementos curriculares juegan un papel imponente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas tal y como se ha puesto de manifiesto en el interés progresivo de las investigaciones sobre pensamiento y formación del profesorado en los últimos años. El estudio de estas ideas puede enriquecer el diseño y planificación de los programas de formación de profesores y ha de tener consecuencias positivas para la investigación educativa y el desarrollo curricular en educación matemática.

Admitimos con Sarabia (1992, 137) que el origen y modificación de las actitudes se produce en relación con los tres tipos de componentes siguientes, los cuales se considera que actúan interrelacionadamente: componente cognitivo, referido a conocimientos, concepciones y creencias;

componente afectivo, referido a sentimientos y preferencias, y componente conativo, referido a acciones manifiestas y declaraciones de intenciones. Uno cualquiera de estos componentes aislado no constituye una actitud para este autor, “las actitudes son experiencias de una cosa u objeto, una situación o una persona. Una creencia no es una actitud. Debe existir una referencia a algo o a alguien para que se genere una actitud”. Además, las actitudes implican juicios evaluativos, positivos o negativos, favorables o desfavorables, agradables o desagradables, hacia una cosa, objeto, situación o persona. Las actitudes se expresan a través de verbalizaciones, opiniones, gestos y comportamientos. Estas características son las que permiten que las actitudes sean observables, detectables, predecibles y medibles.

2. La escala de evaluación actitudes hacia la integración de las calculadoras gráficas en el currículum de Educación Secundaria

Para evaluar las actitudes de los futuros profesores de matemáticas que participaron en el programa diseñamos y utilizamos los siguientes instrumentos: una encuesta o **escala de actitudes**; y las grabaciones en vídeo de las intervenciones de los alumnos durante el desarrollo de cada una de las sesiones del curso-taller. La **escala de actitudes**, tipo Likert, fue diseñada y perfeccionada por el equipo de investigadores a lo largo de varios ensayos empíricos previos durante las fases de diseño previo del programa aplicado a estudiantes de idénticas características. Uno de sus principales objetivos consistió en caracterizar y evaluar las actitudes de los profesores de matemáticas en formación inicial hacia las calculadoras graficadoras, consideradas como un elemento importante para organizar el currículum (en lo que hemos denominado en otro lugar modelo de los organizadores didácticos, Rico, 1997). Para su diseño y desarrollo tuvimos en cuenta, como marco general, cuatro cuestiones principales: una estructura conceptual referida al contenido matemático específico; los sistemas de representación posibles de esa estructura; las calculadoras graficadoras como utilidades didácticas óptimas para la visualización del contenido; y aspectos relativos al conocimiento didáctico deseable y la formación didáctica sobre la enseñanza-aprendizaje de esa estructura conceptual utilizando dichas tecnologías.

En la escala se incluyeron preguntas tales como: *¿La integración de las CG en el aula ayuda a los profesores a desarrollar mejor la enseñanza de las funciones? O, ¿el uso de la CG por parte de los estudiantes fomenta en ellos determinados aprendizajes de tipo mecánico?*

3. Criterios de calidad en la construcción de la escala de actitudes

1. Validez de contenido

Para el diseño y elaboración de la escala de actitudes inicialmente revisamos la literatura relacionada con el tema (Fennema & Sherman, 1976; Gairín, 1987; Izquierdo y Fortuny, 1996; Beesey & Rasmussen, 1994; Muñoz y Mato, 2005) consultamos algunas escalas de actitudes de profesores hacia las matemáticas (Auzmendi, 1992; Busquets, Fortuny y Gairín, 1996); y se evaluaron versiones preliminares de otras escalas aplicadas en ediciones anteriores del curso-taller (Bedoya y Rico, 1998). Entrevistamos a expertos mediante la “técnica Delphi” y realizamos producciones propias y específicas para este trabajo. Todos estos recursos constituyen fuentes de **validez del contenido** de la escala y de su estructura. Basándonos en esta revisión de la literatura, así como en las cuestiones centrales del estudio, consideramos una serie de criterios categoriales para la selección de ítems sobre las actitudes de los profesores de matemáticas en relación con la integración de las CG en el currículum de matemáticas de Secundaria, a saber:

- Actitudes hacia las CG de carácter técnicas.
- Actitudes hacia las CG en relación con el contenido matemático (la CG como generador de actitudes más favorables hacia las matemáticas y como catalizador de representaciones múltiples).
- Actitudes hacia las CG en relación con la versatilidad de los sistemas de representación (pluralidad,

coordinación, articulación, etc.)

- Actitudes hacia las CG en relación con la visualización y modelización (situaciones y nociones complejas, representación material y mental de objetos, relaciones y procedimientos matemáticos)
- Actitudes hacia las CG en relación con la formación didáctica y el currículo (las tecnologías como recursos y metodología de innovación y organización curricular).
- Actitudes hacia las CG en relación con la formación didáctica (la enseñanza de las funciones y las matemáticas, enfoques o metodologías, interacción y gestión en el aula, consideración de las dificultades y errores, selección, secuenciación y temporalización, etc.).
- Actitudes hacia las CG en relación con el aprendizaje de las funciones y las matemáticas (ventajas, dificultades, construcción social, etc.)
- Actitudes hacia las CG en relación con la resolución de problemas sobre funciones (múltiples estrategias, simulación de situaciones, etc.)
- Actitudes hacia las CG en relación con las técnicas y procesos de evaluación (diversidad de opciones, participación interactiva, detección de errores y dificultades, obtención y revisión de información, etc.).

1.1. Sistema de categorías específicas para la escala de actitudes

A partir de este listado de criterios categoriales relacionados con el listado de ítems, y teniendo en cuenta las aplicaciones y evaluaciones en los estudios previos de la escala de actitud, así como las consultas a expertos, decidimos considerar los cuatro sistemas de categorías (teóricas) acompañadas con sus correspondientes subcategorías: **Alumno-Aprendizaje**, **Profesor-Enseñanza**, **Contenido Matemático** y **Currículo-Evaluación**. Las denominamos teóricas para diferenciarlas de las categorías o dimensiones empíricas obtenidas mediante la técnica de análisis factorial. En la Tabla 1 se presentan de manera resumida estas categorías y subcategorías con el listado de ítems de la escala de actitudes que corresponden a cada una de ellas.

Tabla 1. Categorías y subcategorías de ítems de la escala de actitud

CATEGORÍAS A PRIORI O TEÓRICAS	ITEMS DE LA ESCALA
(i) Alumno – Aprendizaje (A-A):	
Comprensión y aprendizaje:	ítems n ^{OS} 4, 7, 8, 9, 19, 22, 23, 24, 25, 40.
Motivación y trabajo:	ítems n ^{OS} 3, 5, 30.
Actitudes:	ítems n ^{OS} 2, 21, 34.
(ii) Profesor – Enseñanza (P-E):	
Utilidad didáctica:	ítems n ^{OS} 1, 5, 6, 18, 28, 36, 40.
Innovación:	ítems n ^{OS} 12, 15, 37, 39.
Inconvenientes o problemas:	ítems n ^{OS} 28, 29, 31, 32.
(iii) Contenido Matemático (C-M):	
Comprensión de nociones y	ítems n ^{OS} 7, 8, 9, 17, 19, 23, 30, 35, 36.

procedimientos:	ítems n ^{os} 10, 11, 40.
Aplicaciones y situaciones-problema:	ítems n ^{os} 33, 34
Dificultades y errores:	
(iv) Curriculum-Evaluación (C-E):	
Curriculum:	ítems n ^{os} 16, 26, 27, 38, 39, 40.
Evaluación:	ítems n ^{os} 13, 14, 20.

Complementariamente, y teniendo en cuenta las actuales caracterizaciones y conceptualizaciones cognitivas y didácticas sobre las actitudes en la literatura al uso, hemos considerado, tanto para el diseño como para el análisis de la escala, dos tipos globales de ítems, a saber: **actitudes con orientación positiva** hacia las CG y su integración en el currículo y la enseñanza de las funciones; y **actitudes con orientación negativa** hacia la CG y su integración en el currículo y el aula. Como se puede comprobar en las Tablas 1,2 y 3, los ítems se distribuyen del siguiente modo: Para la primera categoría, **Alumno-Aprendizaje**, corresponden: seis ítems de orientación positiva (equivalente a un 37.5%); y 10 de orientación negativa (equivalente a un 42%); para la categoría **Profesores-Enseñanza**: siete ítems de orientación positiva (44%) y siete de orientación negativa (29%); para la categoría **Contenido Matemático**: 6 de orientación positiva (15%) y 8 de negativa (20%); y para la categoría **Currículo-Evaluación**: 4 de orientación positiva (10%) y 6 de negativa (15%).

2. Fiabilidad de la escala

Durante la fase de diseño del cuestionario de la escala de actitud, realizamos varios ensayos pilotos a efectos de realizar los ajustes necesarios y con el fin de lograr un grado de fiabilidad razonable del instrumento, el cual utilizaríamos definitivamente en el estudio empírico. Para ello, consideramos en el mismo cuestionario algunos enunciados de control, formulándolos paralelamente en positivo o afirmativamente y en negativo, como por ejemplo, los enunciados de los ítems 24: *Con las CG los alumnos no aprenderán a construir gráficas de funciones*; y 30: *Hoy en día las CG son necesarias para el estudio de las gráficas de las funciones*. A efectos de poder introducir y procesar los datos en el paquete estadístico SPSS, hicimos las asignaciones numéricas a los diferentes tipos de respuestas dadas por los alumnos (totalmente en desacuerdo, 1 vs. totalmente de acuerdo, 5) Para los ítems negativos, hicimos la asignación numérica de manera inversa al procesar los datos. Los resultados del análisis estadístico de fiabilidad, realizado mediante la prueba *alpha* para los 10 sujetos en cada una de las fases inicial y final de aplicación del cuestionario de actitud y para los 40 ítems del mismo. En todos los casos el resultado de la fiabilidad de la escala fue superior a 0.8.

4. Análisis de los resultados de la escala por ítems

Para empezar, consideremos las frecuencias de respuestas de los alumnos a la encuesta en términos de los ítems de actitudes con orientación positiva y negativa durante las fases inicial y final del programa. En las siguientes tablas presentamos las frecuencias de respuestas dadas por los alumnos a los ítems de orientación positiva (Tabla 2) y de orientación negativa (Tabla 3). Las columnas encabezadas con **D**, **N** y **A** corresponden respectivamente con los siguientes tipos de respuestas: **D en desacuerdo** (total o parcialmente en desacuerdo); **N neutral** (ni en desacuerdo ni de acuerdo), y **A de acuerdo** (total o parcialmente de acuerdo).

La columna de la derecha indica si cada ítem ha tenido o no diferencia entre el comienzo y el final de acuerdo con los resultados de la prueba de contraste de signos de Wilcoxon aplicados a las medias de cada ítem y categoría; para ello, se ha tomado como nivel de significación un valor de $\alpha=0,05$, y aceptando como diferencias significativas entre los resultados iniciales y finales aquellos valores de p

£0,05.

Tabla 2. Tabla de frecuencias de respuestas a los ítems de orientación positiva y contraste con nivel de significación $\alpha=0,05$.

No.	ÍTEMS DE ORIENTACIÓN POSITIVA	INICIAL			FINAL			CONTRASTE
		D	N	A	D	N	A	
01	Las CG facilitan la enseñanza de las funciones	-	-	10	-	-	10	-
02	El uso de la CG permite a los estudiantes desarrollar actitudes favorables hacia las matemáticas.	-	1	9	-	1	9	-
03	La integración de la CG en el aula facilita el trabajo en grupo.	-	3	7	-	2	8	-
05	La integración de las CG en el aula ayuda a motivar más a los alumnos hacia el aprendizaje de las matemáticas.	-	1	9	-	1	9	-
06	La integración de las CG en el aula ayuda al profesor a gestionar mejor la clase.	-	4	6	1	4	5	-
07	El uso de CG no complica aun más los procesos de comprensión matemática de los alumnos.	3	-	7	-	1	9	-
08	El uso de CG ayuda a comprender mejor cuestiones numéricas y gráficas de las funciones.	-	-	10	-	-	10	-
10	Las modernas CG facilitan la modelización y resolución de problemas sobre funciones.	-	3	7	-	-	10	-
12	Un profesor de matemáticas que se considere innovador debe incorporar las CG en el aula.	-	1	9	-	1	9	-
22	El uso de CG en el aprendizaje de las matemáticas permite desarrollar mejor la agilidad mental.	-	3	7	1	4	5	-
28	El uso de las CG en el aula permite fomentar más la interacción profesor-alumno.	-	5	5	-	-	10	Sí diferencia
30	Hoy en día las CG son necesarias para el estudio de las gráficas de las funciones.	3	2	5	-	1	9	-
33	Las CG ayudan a alcanzar un conocimiento mejor y más profundo de las matemáticas.	-	2	8	-	1	9	-
38	La introducción de las CG en el aula obliga a realizar cambios en el currículo de matemáticas de Secundaria.	4	1	5	-	-	10	Sí diferencia
39	Las CG constituyen un importante factor de innovación y cambio curricular en la Educación Secundaria.	-	-	10	-	-	10	-
40	En definitiva y globalmente mi opinión sobre las CG es que son positivas y favorables para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.	-	-	10	-	-	10	-
Total ítems categoría Alumno-Aprendizaje		6	10	54	1	10	59	-
Total ítems categoría Profesor-Enseñanza		-	6	34	-	1	39	-
Total ítems categoría Contenido-Matemático		3	7	37	-	3	47	-
Total ítems categoría Currículo-Evaluación		4	1	25	-	-	30	Sí diferencia

Tabla 3. Tabla de frecuencias de respuestas a los ítems de orientación negativa y contraste con nivel de significación $\alpha=0,05$.

No.	ÍTEMS DE ORIENTACIÓN NEGATIVA	INICIAL			FINAL			CONTRASTE
		D	N	A	D	N	A	
04	El uso de las CG dificultan a los estudiantes la comprensión y aprendizaje del concepto de función.	8	2	-	8	2	-	-
09	El uso de CG dificulta más la comprensión de las expresiones simbólicas de las funciones.	4	6	-	8	2	-	-
11	Las funciones se pueden enseñar y aprender en profundidad sin necesidad de usar CG.	-	3	7	4	1	5	-
13	Al integrar las CG en el aula los profesores no tienen que modificar sus métodos de evaluación.	5	1	4	9	1	-	-
14	Aunque el profesor y los alumnos utilicen CG durante las clases, no se debería permitir usarlas en los exámenes.	6	1	3	6	2	2	-
15	Para enseñar funciones cuadráticas no son necesarias las CG.	3	2	5	3	2	5	-
16	Las CG son otra moda más de las que ocurren periódicamente en la Educación.	8	2	-	10	-	-	-
17	Las CG sólo se deberían usar para comprobar resultados obtenidos previamente con papel y lápiz.	9	1	-	10	-	-	-
18	En la enseñanza de las funciones las CG no deben sustituir el uso del papel y el lápiz.	3	-	7	4	1	5	-
19	Las CG fomentan determinados aprendizajes mecánicos.	3	5	2	3	3	4	-
20	Usando CG a los alumnos les resulta más fácil hacer trampas en los exámenes.	6	4	-	6	4	-	-
21	El uso de CG en el proceso de aprendizaje genera dependencia y pereza en los alumnos.	7	3	-	5	5	-	-
23	Las CG dificultan la comprensión conceptual de las funciones.	9	1	-	9	1	-	-
24	Con las CG los alumnos no aprenderán a construir gráficas de funciones.	8	-	2	8	2	-	-
25	Con las CG los alumnos no tienen necesidad de aprender a calcular tablas de valores.	5	2	3	7	3	-	-
26	Actualmente las CG no están suficientemente desarrolladas para su uso generalizado en el aula.	5	5	-	9	1	-	-
27	Actualmente el Sistema Educativo del país tiene muchas limitaciones de	-	2	8	3	-	7	-

	recursos para integrar las CG en el aula.							
29	La incorporación de las CG en el aula incrementa de tiempo de trabajo del profesor.	2	1	7	-	2	8	-
31	Aprender a usar la CG constituye uno de los principales inconvenientes para el profesor.	2	-	8	6	-	4	-
32	Las CG constituyen un obstáculo o fuente de dificultad para enseñar matemáticas.	9	-	1	9	-	1	-
34	Usando CG los alumnos no toman conciencia de los errores que cometen al resolver problemas.	4	4	2	5	4	1	-
35	El uso de CG no favorece el desarrollo de destrezas algebraicas.	7	2	1	4	2	4	-
36	El conocimiento matemático escolar sigue siendo el mismo independientemente de las tecnologías que se utilicen para enseñarlo.	2	-	8	1	4	5	-
37	La integración de las CG en la enseñanza de las funciones no implica que los profesores tengan que modificar su manera de enseñarlas.	5	-	5	6	-	4	-
Total ítems categoría Alumno-Aprendizaje		48	23	9	53	22	5	-
Total ítems categoría Profesor-Enseñanza		24	3	33	28	5	27	-
Total ítems categoría Contenido-Matemático		38	22	20	44	17	19	-
Total ítems categoría Currículo-Evaluación		30	15	15	43	43	19	Sí diferencia ($p < 0,05$)

Como se puede comprobar directamente en las dos tablas anteriores, los alumnos para profesor presentan un mayor índice inicial y final de actitudes favorables (tipo de respuestas A para los ítems de orientación positiva, Tabla 2 y D para los de orientación negativa, Tabla 3) hacia la integración y utilización de las CG en el currículo en relación con la primera categoría (teórica) **Alumno-Aprendizaje**: 54 en la columna A en la escala de actitudes inicial y 59 en la final en la Tabla 2 de ítems de orientación positiva; y 48 en la columna D de la escala inicial y 53 en la final de la Tabla 3 de ítems de orientación negativa. Complementariamente, las respuestas tipo D para esta misma categoría de ítems en la Tabla 2 y tipo A en la Tabla 3 no solamente son significativamente inferiores, sino que además disminuyen entre las fases inicial y final (de 6 a 1 en las columnas D de la Tabla 2 y de 9 a 5 en las columnas A de la Tabla 3), mientras que las anteriores se incrementan ligeramente (de 54 a 59 en las columnas A de la Tabla 2 y de 48 a 53 en las columnas D de la Tabla 3, respectivamente).

Este mismo tipo de cálculos y análisis se pueden hacer para las demás categorías teóricas de ítems y para cada una de las columnas de las dos tablas anteriores. Sin embargo, al calcular estadísticos de contraste (prueba del signo de Wilcoxon), se comprueba que solamente se aprecian diferencias significativas entre los pares de ítems inicial/final 28 (“La CG permite fomentar más la interacción profesor-alumno”) y 38 (“La incorporación de la CG en el aula obliga a realizar cambios en el currículo de matemáticas”). Ninguno de los restantes ítems han arrojado diferencias significativas. El interés de este trabajo se centra especialmente en los cambios provocados en el conocimiento didáctico de los sujetos (como veremos más adelante), y aunque se abordó un análisis específico de la escala, no es este el centro de interés prioritario de nuestro estudio.

Al aplicar estas técnicas de análisis a las categorías teóricas de ítems de actitudes se observa que la

única que presenta diferencia o modificación significativa es la referida al **Currículo-Evaluación**. La variación inicial / final de las medias de esta categoría (4.2; 4.7) es de un 12%, en la Tabla 2 y de un 11% para las medias (3.5, 3.9) en la Tabla 3, respectivamente). Lo que estos resultados indican es que básicamente es esta categoría (Currículo-Evaluación) la que influye sustancialmente en las modificaciones actitudinales de los alumnos para profesor. Esta categoría la podemos considerar incluida (parcialmente) en otra categoría más amplia que denominaremos (a partir de los resultados del análisis factorial de la escala) como de **Innovación curricular** con respecto a la incorporación de las CG en el aula y en la propuestas curriculares. Esta categoría de innovación curricular también incluye la categoría Profesor-Enseñanza. En los análisis factoriales de la escala aparecen claramente integradas estas dimensiones como veremos más adelante.

Somos conscientes que en general la modificación de las actitudes son procesos lentos, que a veces requieren mucho más trabajo y tiempo del que se tiene previsto al planificar el trabajo docente. Los procesos de cambio de actitudes en general son procesos lentos que requieren una amplia movilización de dimensiones y componentes cognitivas en las personas y que además mantienen un estrecho paralelismo (correlación alta) con otra serie de dimensiones, entre ellas con el aprendizaje de conocimientos. De igual modo, el desarrollo de actitudes positivas y favorables hacia el conocimiento matemático, hacia un conocimiento apropiado de su didáctica (formación didáctica) y hacia los recursos y tecnologías que se utilicen para su enseñanza y aprendizaje es una condición necesaria y fundamental para un efectivo desarrollo didáctico profesional y del currículo. Teniendo en cuenta estas razones y premisas, y sin esperar modificaciones significativas, fue como nos propusimos explorar las actitudes de los alumnos participantes del programa en relación con la integración de las CG en el currículo y la enseñanza del contenido matemático en cuestión. No obstante, y en términos generales, hay que decir que los resultados organizados en las dos tablas anteriores, tal como los hemos analizados en este estudio, han puesto de manifiesto que, salvo situaciones, hechos, sujetos o grupos de sujetos muy particulares, estos alumnos mostraron, tanto al inicio del curso-taller como al final, ciertas actitudes (opiniones, posturas) favorables hacia las integración y utilización de las CG en el currículo y en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Secundaria. Por ejemplo, los resultados de los ítems 1 (*Las CG facilitan la enseñanza de las funciones*) y 40 (*En definitiva mi opinión sobre las CG es que son positivas y favorables para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*) son contundentes. En ambos, todos los alumnos manifestaron estar totalmente de acuerdo. Por otra parte, la participación y los trabajos intensos realizados durante el desarrollo de cada una de las sesiones del curso-taller, también corroboran esta conclusión.

5. Solución factorial de la escala de actitudes

Con el fin de comprobar e intentar ampliar los resultados obtenidos mediante los análisis anteriores y de detectar posibles correspondencias entre grupos de ítems de actitudes decidimos realizar un análisis más exhaustivo de la escala mediante la técnica de análisis factorial. Los resultados generales de estos análisis pueden encontrarse en el Anexo 6, donde se incluyen las diferentes dimensiones o factores asociados a la escala y los respectivos pesos factoriales de cada una de las variables (ítems) en cada dimensión. El análisis factorial ha puesto de manifiesto que la escala tiene una estructura de cinco factores, con los cuales se explica el 60.85% de la varianza del total y, por ende, un porcentaje residual del 39,15%. Las dos dimensiones iniciales aglutinan la mayoría de las variables-ítems, y explican el 23,7% y el 13,2%, respectivamente, frente al 9,6%, 7,5% y 6,8% de las tres últimas, respectivamente. Las descripciones y conjunto de variables o ítems correspondientes a cada uno de estos factores o dimensiones empíricas son las siguientes:

Tabla 4. Factores empíricos obtenidos a partir del análisis factorial de la escala de actitudes

Factor 1: Predisposición general hacia la integración y uso de las CG en el currículo y en el aula de matemáticas de enseñanza secundaria
Ítems: 1, 2, 4 a 10, 12, 14, 17, 20 a 23, 25, 26, 32 a 35 y 37.
Factor 2: Potencial de innovación curricular de las CG.
Ítems: 7, 13, 15, 22, 27 a 30, 35, 36, 38, 39

Ítems: 7, 13, 15, 22, 27 a 30, 33, 35, 36, 37.
Ítems: 6, 11, 19, 20, 31, 34 a 36.
Factor 4: Implicaciones de las CG para la enseñanza y comprensión de las funciones
Ítems: 3, 11, 15, 23, 24.
Factor 5: Inconvenientes y dificultades generales asociadas al uso de las CG (de carácter económico, formativo e institucional)
Ítems: 5, 16, 27, 31, 38.

Del mismo modo que lo hicimos con las dimensiones o categorías teóricas de la escala, aplicamos la prueba de contraste del signo de Wilcoxon a estas cinco dimensiones empíricas. Esta prueba muestra que solamente ha habido un cambio significativo en el Factor 2 (Potencial innovador curricular respecto a la CG), con un nivel de significación de 0.047 (que de todas maneras está muy próximo a 0.05). De alguna manera, esto indica que los alumnos para profesor mostraron una mayor sensibilidad hacia las posibilidades de innovación curricular de la tecnología. Este resultado también refuerza el que se obtuvo en el apartado anterior cuando aplicamos la prueba de contraste paramétrico a las medias de las categorías teóricas de ítems de actitudes.

Ahora bien, del mismo modo que con las modificaciones estructurales del conocimiento conceptual, estudiado anteriormente mediante las definiciones y los diagramas conceptuales, las modificaciones detectadas, aunque no muy fuertes, constituyen comprobaciones concretas de los efectos positivos esperados con respecto a la planificación del curso en relación con los sujetos que participaron en el curso-taller. Algunos otros hechos a destacar en este sentido son los siguientes. Objetivamente, hay un mayor porcentaje de modificaciones de ítems de actitudes negativas (54%) que de positivas (31%). Las modificaciones de las actitudes positivas suponen un mejoramiento de éstas, puesto que las tendencias ya eran de actitudes positivas al comenzar el curso. Véanse las modificaciones de los ítems 10, 28, 30 y 38. Por ejemplo, el ítem 10: *Las CG facilitan la modelización y resolución de problemas sobre funciones* (Tabla 4); pasa de una frecuencia de 3 que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 7 que están de acuerdo a un 10 absoluto que están de acuerdo. Este tipo de resultado es doblemente positivo porque, además de mantener y desarrollar una actitud favorable hacia las CG y los contenidos del curso, se logra uno de los objetivos relacionados con la comprensión y aceptación de la pluralidad de los sistemas de representación, la modelización y la tecnología como recursos organizadores y mediadores para la resolución de situaciones-problema sobre el contenido matemático.

Sin duda, y como lo hemos reconocido anteriormente, también hay actitudes negativas o desfavorables al comienzo del curso-taller, y aunque muchas de estas se modifican a través del desarrollo de este, algunas se mantienen y hasta se reafirman. Sin embargo, hemos detectado que hay una mayor movilización de actitudes negativas sobre las positivas o favorables, la mayoría de estas actitudes son debidas a las creencias, preconcepciones y desinformación de los alumnos acerca de las utilidades de las CG en relación con los diferentes tópicos matemáticos tratados. Muchas de estas creencias y preconcepciones se mantienen e incluso se reafirman porque, junto con el tipo de conocimiento matemático dominante, forman un sistema de ideas (concepciones) lo suficientemente fuertes como para poder llegar a ser modificadas positivamente a través de un curso-taller de las características (duración, ritmo, contenido, objetivos) como el que hemos impartido.

Algunos de estos hechos que acabamos de mencionar los podemos ilustrar con los siguientes ejemplos sobre los resultados obtenidos. El ítem 9: *El uso de la CG dificulta más la comprensión de las expresiones simbólicas de las funciones*. Es un ítem de actitud negativa, correspondiente a las categorías (i) Alumno-Aprendizaje, y (iii) Contenido-Matemático. Aceptar este enunciado es más un producto de creencias y convicciones infundadas que de un conocimiento y comprobación empírica, para lo cual se requeriría experiencia y formación. Con la experiencia e información obtenida durante el desarrollo del curso-taller, este grupo de alumnos pasan de 4 y 6 que están en desacuerdo y

dudosos, respectivamente, a 8 que están en total desacuerdo y sólo 2 permanecen con dudas al respecto. Un comentario análogo lo podríamos hacer sobre el ítem 13 (*Al integrar las CG en el aula los profesores no tienen que modificar sus métodos de evaluación*), relativo a las pautas de evaluación con (o sin) CG.

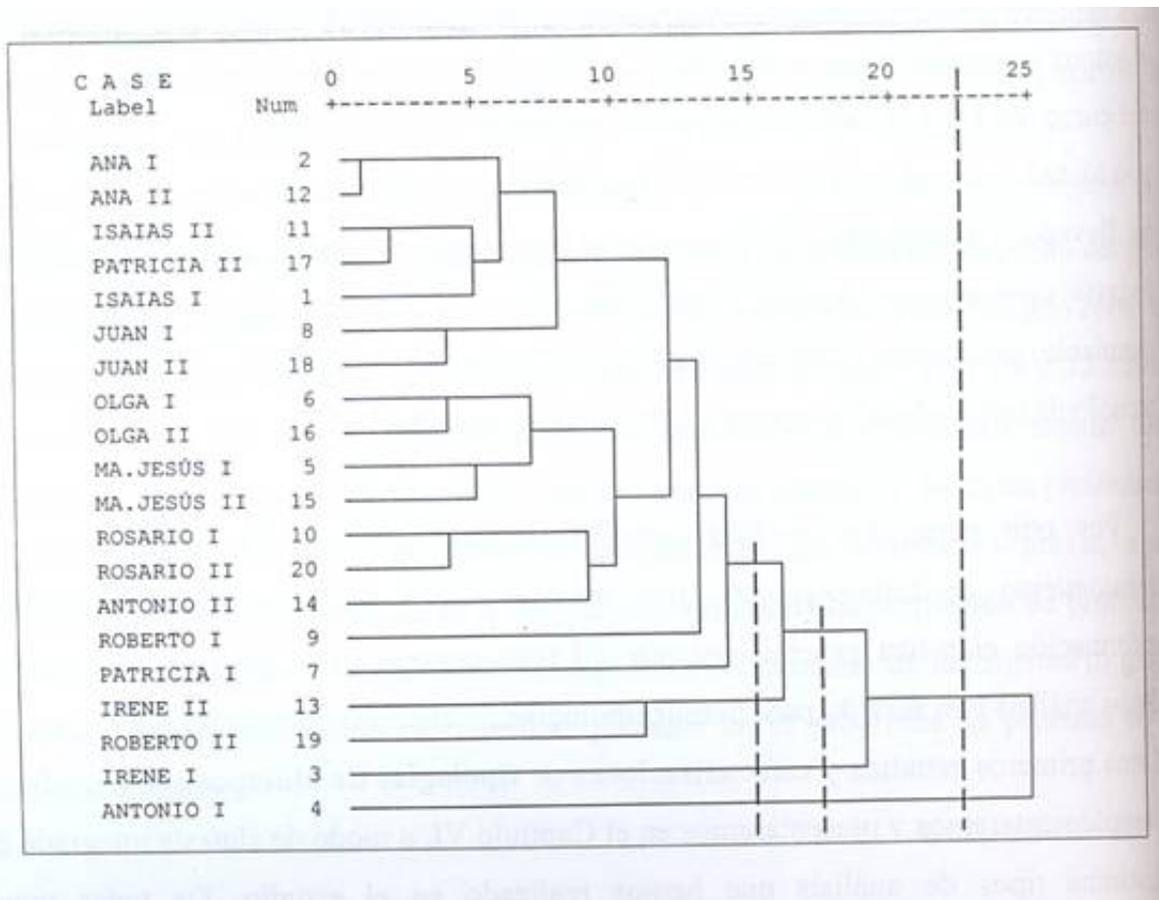
En cambio, los resultados del ítem 29 (*La incorporación de las CG en el aula incrementa el tiempo de trabajo del profesor*), muestran una reafirmación de este tipo de creencia y no consideran que independientemente del tiempo que se debe invertir para alcanzar el conocimiento y dominio básicos necesarios de una nueva herramienta, esto les supondría una mejora considerable, cualitativamente e incluso con respecto al tiempo, de sus posteriores procesos de enseñanza y aprendizaje. Este resultado se refuerza con el del ítem 31 sobre el problema de aprender a usar las tecnologías por parte de los profesores. Al comenzar el curso, 8 (80%) de los alumnos se mostraron de acuerdo, mientras que al final sólo 4 (40%) se mostraron de acuerdo con este enunciado y 6 (60%) opinaron estar en desacuerdo[4]. Un estudio más detallado de los cambios singulares de cada uno de los sujetos (o grupos de sujetos con características comunes) implicados en el programa se presenta en los apartados siguientes.

6. Análisis *cluster* de los resultados de la escala de actitudes

El análisis de las diferencias entre resultados de las aplicaciones inicial y final de la escala de actitud, confirma que no ha habido una modificación global sustantiva de las actitudes de los alumnos para profesores que participaron en el estudio empírico, lo cual se interpreta como que no se han generado cambios globales significativos en relación con la integración y utilización curricular de las CG en propuestas para la enseñanza del contenido matemático que nos ocupa. Sin embargo, el análisis detallado de las diferentes categorías de la escala de actitud, mediante el cálculo estadístico “*tamaño del efecto*” y mediante la prueba de contraste no paramétrico de Wilcoxon, han mostrado que sí se han generado cambios de actitudes, aunque sutiles, con respecto a algunas de estas categorías y subcategorías de análisis. De ahí el interés de completar el estudio anterior con esta nueva técnica de análisis en la que destacan las actitudes de los sujetos. Estos resultados no nos han sorprendido mucho porque, como ya hemos dicho, la mayoría de estos alumnos mostraron tener actitudes favorables hacia estas tecnologías desde el comienzo del curso. Al fin y al cabo han aceptado participar en el curso-taller por su propia decisión y voluntad. Así que sus expectativas, igualmente favorables en la mayoría de los casos, los ha llevado a confrontar positivamente algunos indicadores de actitudes negativas que todavía conservaban, debido a las creencias, a la desinformación y a la necesaria o razonable precaución (“*reflexividad crítica*”) que se debe tener frente a un tipo de tecnología innovadora, compleja y desconocida para ellos.

Por otra parte, los análisis estadísticos multivariantes (*factorial*, *cluster* y de *escalamiento multidimensional*), por sujetos y por variables, han producido una información empírica general bastante útil para realizar otro tipo de análisis subjetivo. Estos análisis han servido para definir tipologías de alumnos participantes en el programa. El dendograma que mostramos en la Figura 1 corresponde a las aplicaciones inicial y final de la escala de actitudes. Hemos decidido aplicar la técnica de análisis *cluster* a las escalas de actitudes conjuntas a efectos de observar no sólo relaciones intersubjetivas posibles sino también probables relaciones intrasubjetivas.

Figura 1. Dendograma correspondiente a las aplicaciones inicial y final de la escala de actitud



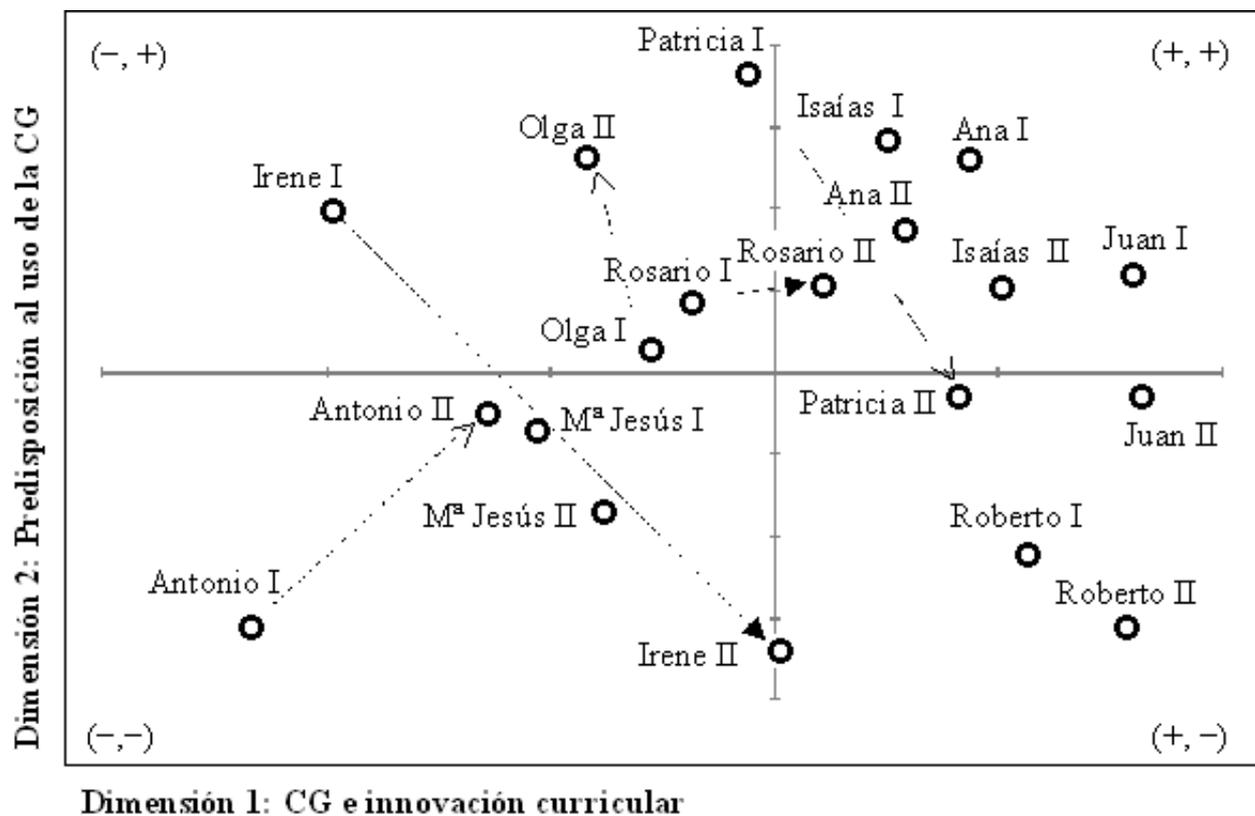
En el dendrograma anterior se pueden observar dos agrupamientos globales que caracterizan diferentes tipologías de profesores en formación. Un primer grupo o conglomerado (*cluster1*) representado por **C1** integrado por el alumno Antonio I y otro que denotaremos por **C2** conformado por todos los demás sujetos. En este último conglomerado podemos diferenciar dos subgrupos, uno integrado por Irene I (que denotamos por **C2.1**) y otro formado por el resto de sujetos (**C2.2**). También podemos considerar un tercer subgrupo específico (**C2.3**) integrado por Irene II, Patricia I y Roberto II. En principio, estos resultados se pueden interpretar como que las actitudes iniciales tienen un gran peso o una gran fuerza en los sujetos, sean estas favorables o no y, además, tienden a reafirmarse y mantenerse antes que a modificarse. Más precisamente, el dendrograma permite inferir la tendencia de los profesores en formación a no modificar significativamente sus actitudes, al menos durante el tiempo de desarrollo del curso-taller. Observemos cómo una buena parte de los alumnos (50%), tendieron a mantenerse agrupados o relacionados consigo mismo con respecto a las actitudes que evalúa la escala. A la luz de los resultados de otras investigaciones sobre actitudes hacia el conocimiento matemático y hacia el uso de tecnologías en la Educación, esto no resulta extraño, pero, sí resultan interesantes los casos de los alumnos Irene, Patricia, Antonio y Roberto, que se han agrupado en *cluster* diferentes en cada una de las fases de aplicación del cuestionario. Este hecho indica que ha habido algún tipo de movilización actitudinal con respecto a los contenidos de la escala (integración y uso de la CG en el currículo y en el aula). En el próximo capítulo mostraremos e intentaremos explicar más ampliamente a partir de los análisis cualitativos de las producciones individuales de los alumnos que estas modificaciones no son iguales de significativas para todos ellos.

7. Análisis por escalamiento multidimensional de la escala

Un análisis gráfico más explícito de la escala de actitudes lo ofrece el *Escalamiento Multidimensional* (véase Figura 3). De acuerdo con los resultados de este análisis consideramos dos dimensiones como referencias para el agrupamiento de los sujetos: una primera dimensión (correspondiente al eje de las abscisas) denominada “**CG e innovación curricular**”, referida a las actitudes hacia la integración de las CG en el currículo de matemáticas de secundaria; y una segunda dimensión (correspondiente al eje de las ordenadas) denominada “**predisposición al uso de las CG**” en la enseñanza-aprendizaje del contenido matemático en secundaria. Este análisis, con unos valores muy aceptables de bondad de

ajuste del modelo ($stress=0,03$ y $RQS=0,99$), nos permite inferir que atendiendo a estas dos dimensiones solamente han habido cambios significativos en las actitudes de dos alumnos –Irene y Patricia–, aunque también se observan cambios parciales relativos a alguna de las dos dimensiones en Rosario y Juan. Irene y Patricia, que pasan del cuadrante II al IV, son un prototipo de alumnos en que los cambios se han producido con mayor intensidad en relación con la segunda dimensión (predisposición al uso de la CG). Esto indica que, con respecto a las actitudes, al inicio del programa estas dos alumnas tenían cierto potencial de innovación curricular y al finalizar pusieron de manifiesto una actitud conservadora o tradicional con respecto a la integración de la tecnología en el currículo. Estas dos alumnas también experimentaron un cambio positivo, aunque con menor intensidad que el anterior, en relación con la segunda dimensión relativa a la “predisposición al uso de la CG”. Por ejemplo, obsérvense las variaciones con respecto a los ejes de coordenadas en la Figura 2, cuando Irene (Patricia) se traslada de Irene I (Patricia I) a Irene II (Patricia II).

Figura 2. Análisis gráfico por *escalamiento multidimensional* de la escala de actitudes



En esta Figura 2 podemos observar también que Rosario ilustra un tipo de alumno para profesor en el que el cambio se produce principalmente en sentido horizontal (con respecto a la variable o dimensión representada en el eje de las abscisas). O sea, esta alumna experimenta un cambio positivo (de desfavorable a favorable) en su predisposición al uso de la tecnología. A los cuatro agrupamientos (uno por cada cuadrante, aproximadamente) que produce este tipo de análisis gráfico los vamos a denominar: **C-I**, **C-II**, **C-III** y **C-IV**, respectivamente. De acuerdo con esto tenemos que en el primer cuadrante (grupo **C-I**, con signos de coordenadas (+, +)) están agrupados los alumnos para profesor: Ana I, II; Isaías I, II, Juan, I, II, Rosario II y Patricia II; en el segundo cuadrante (grupo **C-II**, signos (-, +)) están las alumnas Irene I, Olga I, II, Patricia I y Rosario I; en el tercer cuadrante (grupo **C-III**, signos (-, -)) está los alumnos: Antonio I, II; Mª Jesús I, II e Irene II; y en el cuarto cuadrante (grupo **C-IV**, signos (+, -)) el alumno Roberto I, II.

Curiosamente, los contrastes no paramétricos, prueba del signo de Wilcoxon, (véase Tabla 5) han certificado el cambio de cuadrantes (de Irene y Rosario) que hemos descrito anteriormente, puesto que estas dos alumnas son las únicas que han arrojado diferencias significativas en el contraste de sus medias. En ambos casos se han obtenido valores inferiores a $p=0,05$. En estos casos, $p_1=p_2=0,01$ para estas dos alumnas, respectivamente. El resto de alumnos arroja valores superiores a 0,05, no siendo,

por lo tanto, significativos sus cambios de actitud medidos con esta escala; de hecho, podemos observar que los valores iniciales y finales de cada uno de ellos se mantuvieron en el mismo cuadrante sin que se observen modificaciones.

Tabla 5. Prueba del signo de Wilcoxon de contraste no paramétrico ($\alpha=0,05$)

	SUMA I	ISAIAS I	ANA I	IRENE I	ANTON.I	Mª JES. I	OLGA I	PATRI. I	JUAN I	ROBER.I	ROSA I
	SUMA F	ISAÍAS F	ANA F	IRENE F	ANTON.F	Mª JES. F	OLGA F	PATRI. F	JUAN F	ROBER.F	ROSA F
Est. de contraste	.004	.159	.670	.011	.339	.239	.665	.114	.077	.860	.011

El caso de Antonio merece atención especial; en él no se aprecia un cambio de cuadrante, si bien hay una mejora relativa con respecto a su posición inicial que era muy distante al grupo en general y además sube, aunque permaneciendo en su grupo inicial. Dicha posición también fue puesta de manifiesto en los análisis *cluster* anteriores.

8. Conclusiones del estudio sobre el cambio de actitudes hacia la integración de calculadoras gráficas

En la Tabla 6 se muestra de manera resumida la distribución de los alumnos para profesor en función de cada uno de los agrupamientos o conglomerados obtenidos en la distintas fases inicial (F-I) y final (F-F) de aplicación de la escala de actitudes, a partir de las técnicas de análisis *cluster* y de *Escalamiento Multidimensional*, respectivamente.

Tabla 6. Distribución por fases (F-I y F-F) de alumnos para profesor en función de los agrupamientos (*cluster*) y cuadrantes (*escalamiento multidimensional*).

ALUMNOS	<i>Análisis Cluster</i>			<i>Escalamiento Multidimensional</i>			
	Fase inicial	Fase final	Cambio	Fase inicial	Fase final	Cambio innovación	Cambio predisposi.
Ana	C.2.2	C.2.2	No	C-I (+,+)	C-IV (+,+)	No	No
Antonio	C.1	C.2.2	Sí	C-I (-,-)	C-IV (-,-)	No	No
Irene	C.2.1	C.2.2	Sí	C-II (-,+)	C-II (-,-)	Sí	Sí
Isaías	C.2.2	C.2.2	No	C-I (+,+)	C-III (+,+)	No	No
Juan	C.2.2	C.2.2	No	C-IV (+,+)	C-III (+,-)	No	Sí
Ma. Jesús	C.2.2	C.2.2	No	C-III (-,-)	C-I (-,-)	No	No
Olga	C.2.2	C.2.2	No	C-II (-,+)	C-I (-,+)	No	No
Patricia	C.2.2	C.2.3	Sí	C-I (-,+)	C-III (+,-)	Sí	Sí
Roberto	C.2.2	C.2.2	No	C-IV (+,-)	C-II (+,-)	No	No
Rosario	C.2.2	C.2.2	No	C-II (-,+)	C-IV (+,-)	Sí	No

Los cinco casos, digamos especiales con respecto a los cambios de conglomerado o dimensión entre las fases inicial y final del programa, que se observan en esta figura, corresponden a los alumnos Antonio, Irene, Patricia, Juan y Rosario. Por ejemplo, se observa que Irene y Patricia han experimentado cambios totales, tanto en relación con los agrupamientos del análisis *cluster*, como con las dimensiones del análisis de *escalamiento multidimensional*. Los otros tres alumnos (Antonio, Juan y Rosario) han experimentado cambios parciales. Antonio cambia sólo de conglomerado; Juan cambia con respecto a la predisposición hacia el uso de la tecnología y Rosario cambia con respecto al potencial de innovación curricular. A través de análisis cualitativos complementarios desarrollados en

este trabajo hemos tenido la oportunidad de constatar estos cambios y de documentarlos con mayor detalle y profundidad.

Los demás alumnos (50%), de acuerdo con los análisis realizados, mostraron y mantuvieron entre las fases inicial y final del programa una predisposición favorable y un potencial innovador alto en relación con las propuestas curriculares y tecnológicas que se hicieron durante las fases de implementación del programa y de desarrollo del curso-taller.

Las reflexiones anteriores nos permiten concluir que el programa generó en los estudiantes para profesor que participaron en él alguna modificación actitudinal hacia la integración y uso de la tecnología; pero, estas modificaciones, solamente fueron significativas en dos sujetos, Irene y Rosario, como se puede observar en las Figura 2 y Tabla 5. De todas maneras, estos dos alumnos corresponden a un 20%. Y aunque el programa no consiguió modificaciones actitudinales favorables en aquellos alumnos que mostraron una predisposición desfavorable, de todas formas consiguió mantener y afianzar la predisposición favorable en aquellos alumnos para profesor (70%) que desde el inicio mostraron tener este tipo de predisposición. Teniendo en cuenta estos resultados relativos, como por ejemplo los de las medias iniciales y finales de los ítems con orientación positiva (Tabla 2) y de orientación negativa (Tabla 3), las cuales tuvieron ligeros incrementos del 7% y 6%, respectivamente, nos hacemos preguntas sobre cuales aspectos del curso-taller son necesarios modificar, de tal forma que la predisposición favorable tenga un mayor incremento y la desfavorable disminuya. Uno de estos factores a considerar sería el tiempo de duración, ya que además de la gran densidad de contenidos (matemático, tecnológico y didáctico), el ritmo de desarrollo de las sesiones fue muy fuerte, tanto para los profesores como para los estudiantes. A pesar de esto, tuvimos que dejar para trabajar en casa varias de las actividades que estaban programadas para ser resueltas durante las sesiones de clases. Al finalizar el curso, el 80% de los estudiantes manifestaron que el tiempo de la segunda parte del curso, dedicado a la calculadora TI-92 fue insuficiente. Consideramos que en un curso de mayor tiempo de duración (por lo menos tres o cuatro sesiones más de tres horas cada una) se podrían llegar a conseguir mejores resultados en el sentido de la resolución demostrativa y efectiva de las actividades que no se alcanzaron a resolver en clase. En consecuencia, podemos afirmar que:

- Todos los alumnos para profesores de matemáticas participantes en el programa, incluso los que manifestaron tener algunas dudas al respecto antes y durante el desarrollo del curso-taller, opinaron o reconocieron verbalmente que las CG se debían utilizar para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de algunas de las nociones de la EC sobre el contenido matemático propuesto en el curso-taller.

- A pesar de la opinión favorable hacia la tecnología, algunos de estos alumnos para profesor, los del cluster 1, mostraron tener inicialmente una predisposición desfavorable hacia la integración y uso de la CG en el currículo y aula de matemáticas de Enseñanza Secundaria, mientras que otros, los del agrupamiento cluster 2, demostraron tener una predisposición favorable al respecto.

- Algunos de los profesores en formación, los del cluster 1, mantuvieron hasta el final una resistencia al uso e integración de dichas tecnologías en el currículo y el aula de matemáticas de Enseñanza Secundaria, a pesar de su implicación en un proceso de diseño, planificación e implementación de un programa innovador, basado en las utilidades tecnológicas y didácticas de las CG.

- La mayoría de los alumnos mantuvieron durante todas las fases del programa una predisposición favorable al uso e integración de la CG en el currículo de matemáticas de Secundaria. Aunque, en realidad, muy pocos, (solamente tres, 30%) demostraron en la práctica una predisposición efectiva hacia la utilización de esta tecnología en sus propuestas didácticas (como demuestran las producciones didácticas elaboradas a lo largo de las diferentes tareas propuestas en el curso).

- El 70% de los estudiante que participaron en el estudio empírico, pusieron de manifiesto que las actitudes iniciales hacia las tecnologías, sean éstas favorables o no, tienen un gran peso para ellos y cambian relativamente muy poco o nada, al menos durante el tiempo de duración y la experiencia del curso en el cual se concretó nuestro programa.

9. Bibliografía

AUZMENDI, E. (1992): *Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas medias y universitaria*. Bilbao: Departamento de Investigación y Evaluación Educativa. Universidad de Deusto.

BEDOYA, E. (2002): *Formación Inicial de profesores de matemáticas: Enseñanza de funciones, sistemas de representación y calculadoras graficadoras*. Granada: Universidad de Granada. Tesis Doctoral Inédita.

BEDOYA, E. Y RICO, L. (1998): Calculadoras graficadoras y enseñanza de las matemáticas en secundaria. *Actas del IV Simposio sobre Investigación en el Aula de Matemáticas*. Granada: SAEM-Thales, 113-131.

BEESEY, C., RASMUSSEN, D. (1994): Using graphics calculators to motivate study of parabolas and quadratic functions, en BEESEY, C., RASMUSSEN, D. (Eds.) *Mathematics without limits*. Melbourne: Mathematical Association of Victoria, 140-144.

BUSQUETS, O., FORTUNA, J. M. Y GAIRÍN, J. (1996): Evaluación de la actitud hacia la matemática de los alumnos de BUP y COU, en IZQUIERDO, M Y FORTUNY, J.M. (Eds.) *Elaboración de instrumentos de evaluación diagnóstica de los conocimientos de ciencias y de matemáticas en los niveles no universitarios*. Barcelona: Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, UAB, 413-432.

FENNEMA, E. y SHERMAN, J. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes Toward the Learning of Mathematics by Males and Females. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*, 6, 31. (Ms. No. 1.225). *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-326.

GAIRÍN, J. (1987): *Las actitudes en Educación. Un estudio sobre Educación Matemática*. Barcelona: PPU.

LINCOLN, Y. S. & GUBA, E.G. (1985): *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

MUÑOZ, J. M. Y MATO, M^a. D. (2005): Diseño y validación de un cuestionario para medir las actitudes hacia las matemáticas de los alumnos de ESO, en *XII Congreso Nacional de Modelos de investigación Educativa: Investigación en Innovación Educativa*, La Laguna (Tenerife), 1521-1527.

RICO, L. (Coord.) (1997): *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: Horsori

SARABIA, B. (1992): El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes. En COLL, C. et al.(Eds.) *Los contenidos en la reforma: Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Madrid: Santillana.

Notas:

[1] Universidad del Valle, Colombia, Facultad de Ciencias, Dpto. Didáctica de las Matemáticas.
<evebedoya@hotmail.com>

[2] Universidad de Granada, Facultad de Educación Dpto. Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, Campus de Cartuja 18071-Granada <jguti@ugr.es>

[3] Universidad de Granada, Dpto. Didáctica de la Matemática, Campus de Cartuja 18071-Granada
<lrigo@ugr.es>

[4] Creemos conveniente aclarar que a pesar del número relativamente pequeño del grupo de alumnos participantes, todos estos resultados se han mantenido y confirmado como una tendencia a lo largo de las ediciones anteriores (2 estudios piloto con 25 y 13 sujetos, respectivamente) del programa. Además, estos resultados los debemos asumir como indicadores de evaluación del programa concreto que nos ocupa. Es decir, no pretendemos que estos resultados sean generalizables directamente, sin adaptación previa, a una muestra o población más amplia, ni a ningún otro programa de formación de profesores.

© Ediciones Universidad de Salamanca