

# El agua y las calculadoras gráficas

ANTONIO JAVIER SERRANO MORA

Profesor de Matemáticas en el IES Sierra de Segura, de Elche de la Sierra (Albacete)

**Aunque parezca difícil, existen vías para asociar la docencia de las Matemáticas con la educación ambiental y la enseñanza de valores. El proyecto desarrollado en el IES Sierra de Segura de Elche de la Sierra (Albacete) es un ejemplo de ello. Con la intención añadida de potenciar el estudio de la estadística, los alumnos de 4.º de ESO llevaron a cabo un estudio del gasto de agua en sus domicilios para constatar la efectividad de las charlas recibidas sobre el consumo responsable del agua.**

## Motivación del proyecto

¿Por qué hacer un proyecto de innovación los profesores de Matemáticas? ¿Por qué no seguir con nuestras clases, *tan bien* preparadas tras algunos años de experiencia? En nuestro Centro, el número de alumnos del Bachiller de Ciencias de la Naturaleza había venido descendiendo año tras año. Parecía que las Ciencias, y las Matemáticas en particular, ya no tenían el gancho de otros tiempos. Algo había que hacer para mostrarles a nuestros alumnos que, las llamadas Ciencias Exactas, podrían ser dignas de su elección.

**La calculadora gráfica, instrumento básico en el futuro inmediato de las matemáticas, fue la herramienta base en el desarrollo del proyecto. Los alumnos se familiarizaron con su uso y sus posibilidades de aplicación.**

Por otro lado, y debido a diversos motivos, la parte de estadística quedaba sin desarrollar o no tan desarrollada como a nosotros nos habría gustado. Alguna decisión era urgente en nuestra temporalización o en nuestra metodología para que la estadística formara parte de los conocimientos de los alumnos, sobre todo

en estos tiempos donde es tan usada en tantos ámbitos diferentes y no siempre con toda la honestidad deseable.

Además, los avances tecnológicos de los últimos tiempos no terminaban de entrar en nuestras aulas. En concreto, sentíamos la necesidad de incorporar al sistema de aprendizaje de nuestro alumnado el uso de las calculadoras gráficas; su diversidad de cálculo, la posibilidad de representar en poco tiempo multitud de gráficas diferentes, su *gran portabilidad*, las convierten en una herramienta que, en el próximo decenio, será sin duda una compañera inseparable de alumnos y profesores, tal y como hoy lo es la calculadora científica. Pero no veíamos un camino claro para hacernos con ellas; por un lado, aún son demasiado caras para exigirles a las familias de nuestro entorno (mayoritariamente rural) un desembolso así y, por otro, el presupuesto de nuestro Centro, de tamaño pequeño (tanto el Centro como el presupuesto), no da para esas alegrías.

Por último, nos inquietaba una cuestión desde hacía bastante tiempo. El número de actividades extraescolares (excursiones, viajes culturales, charlas, ...)

se venía incrementando, en los últimos cursos, de forma notable en el Centro, fruto del interés, esfuerzo y tiempo que los compañeros le dedicaban. Pero siempre nos preguntábamos hasta qué punto este tipo de actividades complementarias eran interiorizadas por los alumnos, hasta qué punto, a parte de actividades lúdicas, eran también actividades de aprendizaje. Por ejemplo, las charlas sobre medidas de prevención de enfermedades contagiosas, ¿modificaban los hábitos higiénicos o sexuales de los alumnos? O las charlas que los compañeros de Biología daban todos los años sobre el consumo responsable del agua y técnicas para su ahorro, ¿modificaban sus hábitos de consumo y el de sus familias?

### La puesta en práctica

La conexión de todos los aspectos mencionados, pronto lo vimos, se llamaba *Proyecto de innovación e investigación educativa*. Efectivamente, en un proyecto así, podríamos embarcar a los alumnos, seguros de que participarían con gran entusiasmo, aunque fuera simplemente por hacer *algo diferente*. Además, era una buena excusa para solicitar la participación y

colaboración de las familias de nuestros alumnos y, por qué no, de los Ayuntamientos de nuestra zona (Elche de la Sierra, Férez, Socovos, Letur, Molinicos y Ayna). Además, la financiación del proyecto nos permitiría adquirir las deseadas calculadoras gráficas. Así que estaba claro: la Estadística nos valdría como herramienta potente para analizar si, tras las charlas sobre consumo responsable de agua, el recibo de consumo de agua de los domicilios de los alumnos había variado o no y, de hacerlo, en qué medida. Además, el asunto del uso del agua, en los últimos tiempos, se ha convertido en una cuestión crucial en el ámbito educativo y también en otros, como el económico y el político. Descubrir que el agua es un bien escaso, que hay que cuidar, y aprender que la exigencia de un uso responsable del agua empieza por uno mismo, nos parecían unos valores de indudable altura como para renunciar a enseñarlos también.

Y llegó septiembre, ingresaron en la cuenta del Centro la mitad del presupuesto, el Instituto nos adelantó el resto, y adquirimos un buen lote de calculado-



Procesado de los datos.

## NUESTRA REALIDAD EDUCATIVA Educación en valores

ras gráficas y un ordenador portátil, material más que suficiente para desarrollar la investigación. Tuvimos que modificar las programaciones didácticas para colocar las unidades relativas a la estadística en primer lugar (usualmente, el curso comenzaba con la aritmética y el álgebra). Comunicamos a los alumnos las ideas principales del proyecto, distribuimos responsabilidades por grupos de cuatro o cinco personas y comenzó el verdadero trabajo.

### Una adecuada secuenciación del trabajo organizado en grupos hace más factible la consecución de los objetivos previstos, y el establecimiento de conclusiones válidas.

En primer lugar, había que recopilar datos. En esta fase los estudiantes desarrollaron tanto trabajo individual como en grupo. Cada alumno buscó en su casa todos los recibos de consumo de agua que tuviera hasta junio de 2003 (datos de consumo anterior) y, además, semanalmente, hacía una lectura de su contador de agua (datos de consumo posterior). Con estos dos tipos de datos construyó cada uno de ellos dos tablas para ordenarlos y presentarlos. La lectura de contadores duró hasta enero de 2004. El trabajo de los grupos durante esta fase consistía en recopilar datos del consumo de aguas domésticas en todo su municipio de origen, solicitando estos datos a su Ayuntamiento. Uno de los grupos buscó en Internet información sobre el consumo de aguas en toda Castilla-La Mancha. No todo fue bien en esta fase del trabajo, a pesar de que los alumnos se volcaron con él. Sería una necedad ocultar que se presentaron muchos problemas. Si bien es cierto que algunos de los problemas eran imponderables, otros se debieron a un fallo en la fase de planificación del proyecto, y en concreto, en el análisis del entorno en el que se iba a aplicar. En primer lugar, descubrimos que las familias no tienen, en general, la costumbre de guar-

dar los recibos. Una vez pagados se deshacen de ellos. Para nosotros significó que el número de datos para el análisis previo de consumo de agua se redujo considerablemente. Por otro lado, cuando los grupos encargados de analizar el consumo de aguas domésticas en cada municipio se dirigieron a sus Ayuntamientos para solicitarles la información pertinente, sólo el Ayuntamiento de Férez se dignó a facilitarlos. Para los alumnos, y también para nosotros, supuso una decepción grande que los Ayuntamientos no colaboraran, sobre todo el de Elche de la Sierra, localidad donde se encuentra el Centro y cuyo alcalde, de palabra, en una reunión del Consejo Escolar, se comprometió a ayudarnos en lo que fuera necesario. Y, para colmo de males, descubrimos que, en algunas localidades, no existen contadores de agua en los domicilios (cada vivienda paga una cantidad de dinero cada cierto tiempo que es independiente del consumo que se haga), como es el caso de Letur.

La siguiente fase la dedicamos al procesamiento de los datos; se estructuró un trabajo en cadena, organizado como sigue:

- Un grupo creaba tablas con los datos ordenados y reducidos a la misma unidad (consumo por persona y día, en litros).
- A partir de estas tablas, otro conjunto de alumnos hacía gráficos para presentar los datos.
- Un tercer equipo se encargó del cálculo de los parámetros estadísticos más representativos: media, desviación típica y coeficiente de variación.
- Y, por fin, otro grupo se encargó de analizar los datos obtenidos y de establecer las conclusiones pertinentes.

### Momento de hacer balance

Honestamente, no podemos decir que los resultados obtenidos sean científicamente muy válidos, dados los problemas que se presentaron, algunos de ellos ya explicados. Pero llegar a algunas conclusiones

era importante para nosotros, sobre todo para que los alumnos no sintieran que el proyecto se cortaba a la mitad. El caso es que los datos obtenidos indicaban que el consumo de agua no había decrecido en los hogares de nuestros alumnos tras recibir las charlas sobre consumo de agua, es más, se había incrementado (de 112 litros por persona y día se pasaba a 164 litros por persona y día). Preocupados por si este incremento era significativo o no, lo comparamos con la evolución del consumo de agua en toda Castilla-La Mancha en los últimos años. También en la Comunidad, el consumo por persona y día se había incrementado. El aumento producido en los hogares de nuestros alumnos estaba dentro de los parámetros de crecimiento de la región, incluso algo menor, (el nivel de confianza del estudio fue del 95 % para los intervalos de confianza y los test de hipótesis realizados) de forma que la conclusión final fue que la evolución de consumo de agua en los domicilios de nuestros alumnos siguió el ritmo de crecimiento que era esperable y que, por tanto, las charlas recibidas en el Instituto sobre técnicas de ahorro y consumo responsable de agua, no modificaron significativamente los hábitos de nuestros alumnos ni el de sus familias.

### Consideraciones finales

Tan resumido como he podido, sobre todo la parte técnica del proyecto, he tratado de exponer, en las líneas precedentes, la experiencia educativa que tuvimos la suerte de protagonizar el curso pasado. Casi todos los objetivos propuestos en el diseño del proyecto se vieron cumplimentados. La estadística logró hacerse un hueco importante y duradero en nuestras programaciones y la participación de los alumnos en el proyecto y el uso de las calculadoras gráficas resultó ser más gratificante y provechoso de lo que habíamos previsto. Sobre todo, descubrimos, los profesores, que es posible armonizar la enseñanza de las

Matemáticas con la enseñanza de valores. Centrar el estudio sobre un tema tan delicado, pero tan importante, como el agua de consumo, fue, sin duda, el acierto más grande del proyecto. Finalmente, tenemos que decir que, este curso, el número de alumnos de Matemáticas en 1.º de Bachillerato, es un poquito mayor al de años anteriores, lo que, siendo muy optimistas y nada serios, podríamos considerarlo como una consecuencia del proyecto de innovación; y es que, a veces, nos gusta ser muy optimistas y muy poco serios.

**Un buen descubrimiento para los profesores de Matemáticas: es posible establecer un vínculo estrecho entre su área y la enseñanza de valores.**

Puede que algunos profesores de Matemáticas, o de cualquier otra disciplina, de la región estén en la misma situación que nosotros, o en alguna parecida, y nuestra experiencia les resulte motivadora para llevar a cabo un proyecto de estas características ellos mismos. Si es así, nos veremos gratamente pagados. Cuando, al final del proceso, desarrollamos la fase de evaluación (muchas de cuyas conclusiones han quedado ya explicadas), también hicimos una serie de consideraciones sobre las que convendría que las autoridades convocantes de estos proyectos hicieran una reflexión. Las más importantes son las dos siguientes. En primer lugar, el plazo dado para presentar las solicitudes se nos antoja demasiado corto. Hay que tener en cuenta que, antes de la redacción del proyecto, hay que crear la idea y madurarla y que, después de su redacción, hay que convocar un Consejo Escolar para que lo apruebe, y que la propia redacción del mismo puede llevarse un mes o más de duración, lo que supera ampliamente el plazo fijado. Quizás una buena idea sería hacer la convocatoria en el mes de noviembre y que el plazo de presentación de solicitudes sea de, al menos, tres meses. Y otra cuestión, sobre

## NUESTRA REALIDAD EDUCATIVA Educación en valores

Desde	Hasta	Consumo	N.º de miembros	Días	Con/Fam	Con/Per
01-ene-98	30-jun-98	50	3	181	0,276	0,092
01-jul-98	31-dic-98	50	3	184	0,272	0,091
01-ene-99	30-jun-99	60	4	181	0,331	0,083
01-jul-99	31-dic-99	70	4	184	0,380	0,095
01-ene-00	30-jun-00	61	4	182	0,335	0,084
01-jul-00	31-dic-00	39	4	184	0,212	0,053
01-ene-01	30-jun-01	110	4	181	0,608	0,152
01-jul-01	31-dic-01	80	4	184	0,435	0,109
01-ene-02	30-jun-02	60	4	181	0,331	0,083
01-jul-02	31-dic-02	70	4	184	0,380	0,095
01-ene-03	30-jun-03	25	4	181	0,138	0,035

Esta tabla es la usada por un alumno para recoger los datos de consumo familiares provenientes del recibo de agua. Los datos de la tabla son: DESDE (fecha de inicio del período de consumo), HASTA (fecha final del período de consumo), CONSUMO (consumo de agua realizado en el hogar, expresado en m<sup>3</sup>), N.º MIEMB. (número de miembros de la familia durante el período de consumo), DÍAS (número de días que comprende el período), CON/FAM (media del consumo familiar en m<sup>3</sup>/día), CON/PER (media del consumo por persona en m<sup>3</sup>/día).

la que convendría reflexionar, es la forma de hacer llegar el dinero con el que se dotan los proyectos. El sistema actual, dar la mitad del presupuesto al principio y la otra mitad al final, previa presentación de facturas, obliga a los Centros a adelantar ciertas cantidades de su propio presupuesto, porque de no ser así, sería imposible desarrollar los proyectos (nadie o casi nadie ya te vende hoy para cobrar dentro de un año; sobre todo en productos tecnológicos). Esta situación puede colocar a Centros pequeños, es decir, de bajo presupuesto, en situaciones económicas difíciles si se dan, como fue nuestro caso, gastos imprevistos. Quizá, ingresar al principio todo el presupuesto o, al menos, el 80 %, daría más autonomía a los coordinadores de los proyectos y no ligaría su desarrollo a la economía general del Centro.

Es para nosotros muy importante señalar que ha habido personas que nos brindaron mucha ayuda en distintas fases de la experiencia y, seguramente, no lo habríamos realizado sin sus aportaciones. Doña. Pilar Martínez, Directora del CPR de Elche de la Sierra, nos sugirió la idea, nos aportó documentos que nos sirvieran

de guía y algún material sobre el tema del agua. Don Vicente Almenara, profesor que fue de este Centro, tuvo la genial idea de conectar todos los puntos necesarios y ayudó en gran medida a gestar el embrión del proyecto. Don José Antonio Alemán, Director y *alma mater* del Instituto, nos animó desde el principio y nos brindó su ayuda incondicional (que tuvimos, finalmente, que usar). Las profesoras Doña. Soledad Balsalobre y Doña. Ana María Pérez se sumaron de forma entusiasta y consiguieron, con su gran energía y dedicación, que la iniciativa llegara a buen puerto cuando la tormenta invitaba al naufragio. Los compañeros profesores del Departamento de Biología en todo momento se pusieron a nuestro servicio para lo que fuera necesario. Y, finalmente, todos los alumnos de 4.º de ESO del curso 2003/2004, participaron activamente; se enfadaron con sus políticos y, a veces, también con sus profesores; propusieron ideas, teclearon en el ordenador durante mucho tiempo y nos transmitieron, cómo no, igual que siempre, esa sabiduría larvada que llevan dentro. A todos, gracias. ●