

Actividades con calculadora para descubrir, analizar e interpretar relaciones

JOSÉ MANUEL FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
ENCARNACIÓN LÓPEZ FERNÁNDEZ

El milagro de la adecuación del lenguaje matemático para la formulación de las leyes físicas es un don maravilloso que ni entendemos ni merecemos.

Eugene Paul Wigner (1960).

Matemáticas para explicar el mundo

Con la escuela pitagórica nació la matemática tal y como hoy la conocemos, una ciencia deductiva en las que se apoyan todas las demás ciencias en la búsqueda del conocimiento. La matemática ha bebido muchas veces de problemas o necesidades de otras ciencias para desarrollarse y también ha ocurrido que desarrollos matemáticos, ajenos a cualquier motivación cercana a la realidad, han encontrado un tiempo más tarde una aplicación extra matemática. Un ejemplo en el primer sentido es el desarrollo que hizo Newton del cálculo infinitesimal ante la necesidad de describir los fenómenos gravitatorios y en el segundo sentido podemos nombrar cómo la geometría diferencial de Riemann, fue el lenguaje que sirvió a Einstein para expresar su teoría de la relatividad.

El hecho es que las matemáticas tienen una gran facilidad para explicar el mundo que nos rodea o como decía Miguel de Guzmán (1995): «Y sin embargo, de modo insospechado resulta que el mundo real parece adaptarse perfectamente a nuestro mundo matemático, de manera que este es capaz de explicar estructuras muy complejas de la realidad física, química, biológica, económica, sociológica...».

**Sí a las
calculadoras**

Ningún amante de nuestra disciplina pone en duda la afirmación anterior y seguro que se maravilla y hasta se emociona con ella, pero sin embargo son muchos los desconocedores de esta realidad y ven a la matemática como un conjunto de reglas y operaciones sin ninguna relación con el mundo que les rodea. Nuestros alumnos y alumnas no son ajenos a esta problemática y demasiadas veces, sobre todo en los temas más difíciles, suele aparecer la siguiente pregunta: «Profe, ¿para qué sirve esto?» Evidentemente, esas preguntas planteadas en mitad de una clase, cuando se está explicando la ecuación de segundo grado, por ejemplo, tienen una respuesta adecuada difícil por el contexto en el que se produce, otras veces por falta de una respuesta que se adecue al nivel curricular del alumnado que nos la plantea o simple y llanamente la pregunta nos pilla fuera de juego. Todo esto redunda en que perdemos con facilidad una oportunidad de oro para motivar a nuestro alumnado con las distintas aplicaciones de nuestra ciencia.

Cobra de esta manera importancia diseñar y planificar actividades que utilicen los contenidos para interpretar situaciones reales o que muestren la relación entre la matemática y otras ciencias, de forma que podamos motivar más a nuestro alumnado a aprender conceptos a los que se les encuentra aplicación y más sentido.

La modelización en la enseñanza de la matemática juega, cada vez más, un papel más importante, ya sea como metodología de aprendizaje, *Proyecto Clepsidra*¹ de Carlos Morales Socorro (IES Valsequillo, Valsequillo de Gran Canaria - Las Palmas), bien como una forma de presentar a nuestro alumnado las conexiones de nuestra área con la realidad, a la vez que lo hace productor de contenidos matemáticos digitales de calidad tal y como trabaja Lluís Bonet Juan² (IES Mare Nostrum de Alicante)

Por otro lado, la resolución de problemas es a la vez medio y fin en nuestra práctica en el aula, pero generalmente nos limitamos en nuestras clases a resolver problemas más o menos típicos de aplicabilidad directa de los contenidos que se están dando en ese momento y con poca o ninguna imbricación con otros contenidos del currículo.

De esta manera la formación que recibe nuestro alumnado sobre el método científico en nuestra área, como estrategia adecuada para observar y conocer la realidad, es en la mayoría de los casos testimonial. Sin embargo, solemos transmitir (y también exigir) a nuestro alumnado valores que debe tener la actividad matemática, como puede ser la exactitud en los resultados (siempre preferimos un resultado como fracción antes que como decimal), la buena presentación, vista más como pulcritud que como claridad en la presentación de resultados... De esta forma los alumnos y alumnas perciben estos valores inherentes a la actividad matemática, más como una imposición del docente, que como parte de una estrategia más amplia de enseñanza del método científico. Evidentemente no podemos pensar en programar todo esto en cada una de las actividades que desarrollamos en el aula, pero podemos ir realizando a lo largo del curso algunas de ellas que vayan más en esa dirección.

Otro aspecto a tener en cuenta cada vez más en nuestras aulas es la integración de las distintas herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las distintas administraciones educativas, en el diseño de los últimos currículos, hacen mención expresa al conocimiento que debe tener nuestro alumnado sobre las distintas herramientas tecnológicas disponibles. En muchos centros hay disponibles aulas con pizarra digital que multiplican las posibilidades didácticas a nuestro alcance. Todo esto nos debe llevar a pensar que la integración de todos estos aspectos no es una opción, que podemos elegir o no desde nuestras preferencias o desde nuestras fobias, sino que se trata de una obligación que cada uno, en función de nuestras posibilidades, debemos intentar cumplir.

Pero nada más lejos de la realidad, todo este esfuerzo legislativo, económico y humano, se enfrenta a la contradicción que supone su no evaluación en las pruebas de acceso a la universidad, hecho que condiciona e impregna, de arriba hacia abajo la práctica docente diaria en las aulas de Bachillerato y en menor medida de la ESO, y que crea un efecto de rechazo entre la comunidad educativa, especialmente en el profesorado, a todo

lo que no vaya enfocado a la superación de esta prueba. Por todo ello, siempre a nuestro juicio, debe ser prioritario una reforma de las pruebas de acceso a la universidad que las adecue a la realidad de una sociedad cada vez más tecnificada.

Las actividades que presentamos en este artículo son fruto del trabajo elaborado dentro del grupo de calculadoras de la FESPM, del que ya escribió María Teresa Navarro Moncho en el artículo de esta misma sección «Actividades con calculadora en el aula de secundaria».

Descripción de las actividades

La propuesta que presentamos en este artículo incluye dos actividades (figura 1) denominadas:

- Péndulo simple: estimación del valor de g .
- Brecha salarial.

Ambas actividades se llevaron a la práctica durante el curso 2016-2017. Durante el presente

curso también se ha realizado la primera de ellas, con alumnado de 3.^º ESO matriculado en Matemáticas Académicas, durante una o dos sesiones, dependiendo de los casos.

Las dos actividades tienen un formato común estructurado en dos partes, como se puede apreciar en la figura 1. La primera de ellas contiene una breve presentación/contextualización del tema que se va a tratar y en la segunda se le solicita al alumnado que responda a una serie de preguntas dirigidas.

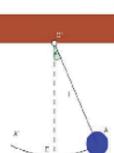
Péndulo simple: estimación del valor de g

Como podemos observar en la figura 2, la actividad comienza con una explicación del péndulo simple para presentar a continuación la relación entre el periodo de oscilación, la longitud del péndulo y la aceleración de la gravedad. Relación clave para el trabajo de nuestro alumnado.

Péndulo Simple: estimación del valor de g .

Descubrir y analizar

Se considera un péndulo simple (o péndulo matemático) a una masa de reducidas dimensiones suspendida verticalmente de un hilo inextensible y masa despreciable, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia desde el punto de suspensión (O) al centro de gravedad de la masa es la longitud del péndulo simple (l).



Si se desplaza la masa desde la posición de equilibrio E hasta la posición A el hilo forma un ángulo α con la vertical. Al soltar la masa, oscilará en un plano vertical ya que se mueve sobre un arco de circunferencia bajo la acción de su peso y la tensión de la cuerda, describiendo un movimiento armónico simple (m.a.s.). Una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta (desde que sale de la posición A hasta que vuelve a ella).

El periodo del m.a.s. está relacionado con su longitud y la aceleración de la gravedad (g) mediante la ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

El periodo del péndulo se obtiene dividiendo el tiempo empleado en realizar las oscilaciones entre el número de éstas.

- Para determinar la aceleración de la gravedad construye un péndulo simple con un hilo fino y una bola de goma. Una vez construido hazlo oscilar, con oscilaciones pequeñas y procurando que la oscilación se produzca en un plano vertical. Separa el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño y déjalo oscilar libremente. Con la ayuda de un cronómetro anota el tiempo empleado para 15 oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio. Repite esta medida doce veces y anota los resultados.

Longitud del péndulo (l) =												
Nº Observación	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a
Tiempo t (s)												
Periodo ($T = \frac{t}{15}$)												

- Calcula la aceleración de la gravedad teniendo en cuenta el valor de la longitud del péndulo (l) y los datos de la tabla del ejercicio anterior para determinar la media de los períodos (T).
$$g =$$

- Si el valor aceptado de g es $9,80665 \text{ m/s}^2$, calcula el error absoluto y el error relativo que has cometido en tu aproximación.

Brecha salarial

Analizar e interpretar

En España el organismo encargado de realizar actividades estadísticas con fines estatales se llama Instituto Nacional de Estadística (INE).

Cuando se trabaja con series de datos (X) en un periodo de tiempo (de la misma duración) se utiliza una medida estadística que exprese la variación relativa en el tiempo (t). Dicha medida se llama *mínimo índice* y se obtiene con la fórmula:

$$I_0^t = \frac{X_t}{X_0} = 1 + \frac{X_t - X_0}{X_0} = 1 + \Delta X_t = 1 + \text{tasa de variación}$$

Una de las variables que estudia el INE es la *ganancia media anual* de hombres y de mujeres. Si echamos un vistazo a esos datos comprobamos que hay diferencia de salario dependiendo del sexo. A esa diferencia de salario entre hombres y mujeres por trabajo igual o de igual valor se llama *brecha salarial*.

En la tabla siguiente aparecen las series de 2008 al 2015 de la ganancia media anual de mujeres y hombres obtenida del Instituto Nacional de Estadística. Unidades: euros

Mujeres

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
18910,62	19502,02	19735,22	19767,59	19537,33	19514,58	19744,82	20051,58

Hombres

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
24203,33	25001,05	25479,74	25667,89	25682,05	25675,17	25727,24	25992,76

- El incremento porcentual de ganancias entre los años 2008 y 2015, ¿es igual para los dos sexos?

- Si observas los datos de la tabla se aprecia claramente que los hombres tienen una ganancia media anual mayor que las mujeres, si comparáramos cada año con respecto al 2008, ¿crees que ocurre lo mismo? Completa la tabla siguiente y haz una representación gráfica en tu cuaderno.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Mujeres							
Hombres							

- Haz lo mismo que en el ejercicio anterior con la variación interanual (%).

- Comenta los resultados obtenidos en las actividades anteriores.

Figura 1. Fichas del alumnado

Se puede utilizar en este momento, cualquier cadena (un colgante de algún alumno o alumna de la clase sirve a la perfección) para que, variando la longitud del péndulo, ilustrar cómo este oscila con mayor o menor rapidez. De igual modo podríamos usar la modelización del péndulo simple de la página:

<<http://www.educapplus.org/game/ley-del-pendulo>>.

Aprovechando la autoría de las leyes del péndulo, se puede realizar con una breve semblanza, la figura de Galileo Galilei como padre de la ciencia moderna y precursor del método científico. Para ello se ha utilizado como material de apoyo para el docente la siguiente página de la Universidad de Alicante <<https://blogs.ua.es/galileogalileo/2011/06/14/galileo-galilei-el-metodo-cientifico-resolutivo-compositivo/>>.

Se considera un péndulo simple (o péndulo matemático) a una masa de reducidas dimensiones suspendida verticalmente de un hilo inextensible y masa despreciable, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia desde el punto de suspensión (O) al centro de gravedad de la masa es la longitud del péndulo simple (l).

Si se desplaza la masa desde la posición de equilibrio E hasta la posición A el hilo forma un ángulo α con la vertical. Al soltar la masa, oscilará en un plano vertical ya que se mueve sobre un arco de circunferencia bajo la acción de su peso y la tensión de la cuerda, describiendo un movimiento armónico simple (m.a.s.). Una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta (desde que sale de la posición A hasta que vuelve a ella).

El periodo del m.a.s. está relacionado con su longitud y la aceleración de la gravedad (g) mediante la ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

El periodo del péndulo se obtiene dividiendo el tiempo empleado en realizar las oscilaciones entre el número de estas.

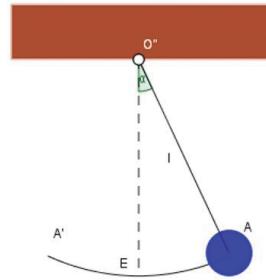


Figura 2. Introducción de la ficha «Péndulo simple»



Figura 3. Péndulo casero

Una vez terminada la introducción nuestro alumnado tendrá que responder a las preguntas que se le plantean, a saber:

1. Para determinar la aceleración de la gravedad construye un péndulo simple con un hilo fino y una bola de goma. Una vez construido hazlo oscilar, con oscilaciones pequeñas y procurando que la oscilación se produzca en un plano vertical. Separa el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño y dejarlo oscilar libremente. Con la ayuda de un cronómetro anota el tiempo empleado para 15 oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio. Repite esta medida doce veces y anota los resultados.

Longitud del péndulo (l) =												
N.º Observación	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	7. ^a	8. ^a	9. ^a	10. ^a	11. ^a	12. ^a
Tiempo= t (s)												
Periodo(T=t/15)												

Tabla 1. Recogida de datos

2. Calcula la aceleración de la gravedad teniendo en cuenta el valor de la longitud del péndulo (l) y los datos de la tabla del ejercicio anterior para determinar la media de los periodos (T).
3. Si el valor aceptado de g es 9,80665 m/s², calcula el error absoluto y el error relativo que has cometido en tu aproximación.

media aritmética como parámetro que sintetiza un conjunto de datos o las variables que son significativas para el estudio. También sale a debate nuestras limitaciones como observadores, la precisión de nuestros instrumentos de medida, qué aspectos de la observación debemos cuidar más y cómo debemos manejar los instrumentos de medida y cálculo que vamos a utilizar, a saber: la calculadora Casio fx-570 SP X II y un *smartphone* provisto de cronómetro y lector QR.

Otro de los aspectos que se han tenido en cuenta ha sido la dificultad en las condiciones iniciales, para sean las mismas en cada observación. Debemos intentar que las amplitudes iniciales de cada grupo sean lo más parecidas en las distintas observaciones, para que los períodos observados no difieran demasiado entre sí. Las soluciones que se plantean son de lo más variopinto, abarcan desde la utilización de un libro,

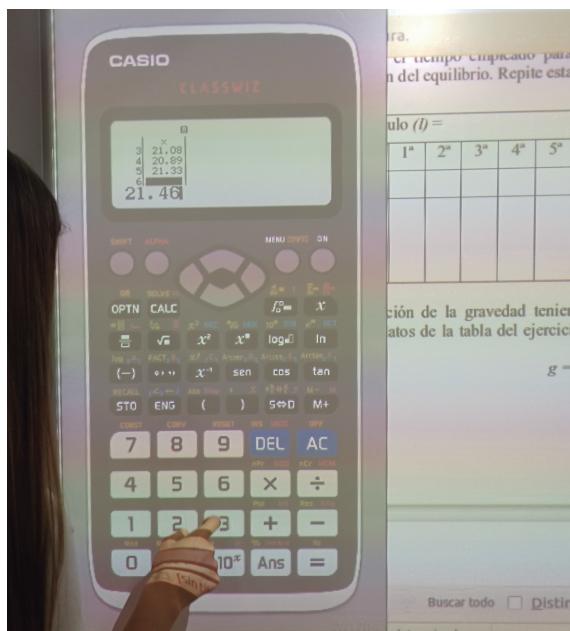


Figura 4. Trabajando en la pizarra digital

Con estas observaciones se dirige al alumnado en la toma de datos y en el posterior cálculo de la constante g .

De forma natural surgen preguntas como: ¿Por qué 15 oscilaciones? ¿Por qué 12 veces? ¿Cuántos decimales utilizo? ¿Qué longitud tiene que tener el péndulo?

Aprovechando estas cuestiones tratamos el tema del cuidado en las observaciones y la toma de datos, la precisión en los cálculos, el uso de la

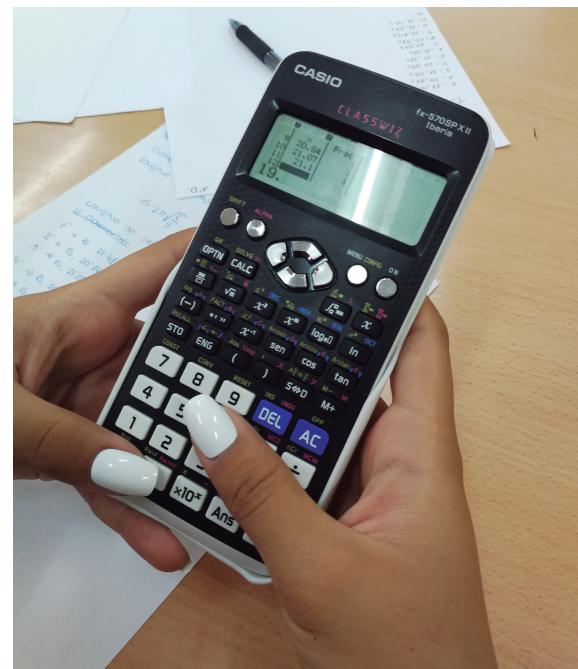


Figura 5. Haciendo cálculos

cuaderno o agenda, a una escuadra o un objeto fijo como pueda ser la pared de la clase.

forma de diagrama de caja. Esta representación *online* no marca los valores atípicos extremos, pero como se puede ver en la figura 7, la longitud



Figura 6. Trabajando en el laboratorio

68
Síntesis
89

También se plantea la dificultad que supone para el observador determinar el momento justo en el que terminan exactamente las oscilaciones, lo que lleva a parar el cronómetro unas veces antes y otras después de que el péndulo termine su quinceava oscilación. Este hecho lleva a que si en alguna de las medidas el error cometido es alto, el periodo medio se va a ver afectado y en consecuencia nuestra estimación de g va a estar más alejada del valor real.

Para intentar solucionar este problema se les introduce el diagrama de caja y bigotes como herramienta para detectar los valores significativamente alejados del resto de forma que, en caso de detectarse alguno, sería eliminado de la muestra de datos. Una vez introducidos los datos en la calculadora, en el menú estadística generamos un código QR en nuestra calculadora y con el lector QR del *smartphone*, accedemos a una representación gráfica *online* de nuestros datos en

del bigote del diagrama comparada con la anchura de la caja, nos indica la presencia de, al menos, un valor atípico extremo. Como la calculadora nos indica todos los parámetros estadísticos, no supone pérdida de tiempo realizarlos nuevamente pero ya sin el valor atípico extremo.

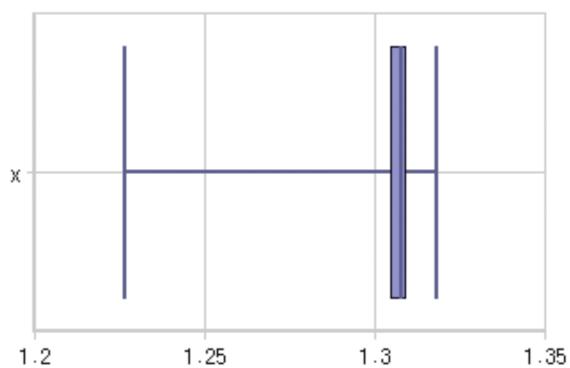


Figura 7. Diagrama de caja y bigotes

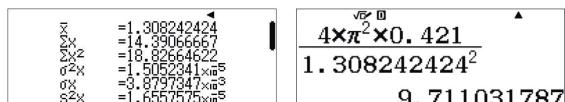


Figura 8. Parámetros estadísticos y cálculo de la estimación de g

La mayoría de las aproximaciones dadas por el alumnado no son muy precisas, aunque hay algunas que se pueden considerar meritorias, la mejor de ellas dio un valor aproximado para g de $9,71 \text{ m/s}^2$ (figura 8).

Una vez terminado el proceso de cálculo y de presentación de resultados se procede a un breve coloquio en el que se repasan los conceptos involucrados, las dificultades encontradas y las impresiones del alumnado. Entre las dificultades del proceso resalta fundamentalmente la toma de datos y entre las impresiones del alumnado la palabra «entretenido».

Se ha constado que en aquellos grupos cuyo alumnado estaba acostumbrado al manejo de la calculadora, se ha completado la actividad en una sesión y media. El resto de los grupos han necesitado dos sesiones.

Brecha salarial

Como hemos comentado antes, esta actividad tiene un formato parecido a la anterior, una pequeña introducción (figura 9) y unas preguntas para guiar al alumnado.

En España el organismo encargado de realizar actividades estadísticas con fines estatales se llama Instituto Nacional de Estadística (INE).

Cuando se trabaja con series de datos (X) en un periodo de tiempo (de la misma duración) se utiliza una medida estadística que exprese la variación relativa en el tiempo (t). Dicha medida se llama *número índice* y se obtiene con la fórmula:

$$I_0^t = \frac{X_t}{X_0} = 1 + \frac{X_t - X_0}{X_0} = 1 + \Delta X_t = 1 + \text{tasa de variación}$$

Una de las variables que estudia el INE es la *ganancia media anual* de hombres y de mujeres. Si echamos un vistazo a esos datos comprobamos que hay diferencia de salario dependiendo del sexo. A esa diferencia de salario entre hombres y mujeres por trabajo igual o de igual valor se llama *brecha salarial*.

En este caso se pretende un doble objetivo: el primero es dar a conocer al alumnado qué se considera por Estadística Pública y en qué consiste la labor del INE, y el segundo utilizar la estadística para trabajar la igualdad de género a partir del concepto de brecha salarial.

Comenzamos la actividad explicando al alumnado qué es el Instituto Nacional de Estadística (INE³), sus funciones y las estadísticas básicas que genera. Se visualiza la página web de dicho organismo, navegando someramente por ella. Hablamos del IPC, de la EPA, del PIB, vemos algunas infografías y realizamos algunas consultas tanto de habitantes de municipios como de nombres y apellidos del alumnado.

De igual manera se les da a conocer algunas de las publicaciones gratuitas como «España en cifras», el «Anuario estadístico», «Mujeres y hombres en España» y las notas de prensa que se publican con los distintos indicadores, para que se familiaricen con la estadística pública y vayan aprendiendo como encontrar los datos que ofrece el INE. Al finalizar esta parte descriptiva se les explican los conceptos de tasa de variación y de número índice.

A continuación, decimos qué se entiende por brecha de género, haciendo hincapié en el concepto de brecha salarial y se les proporciona la ficha de trabajo en la que se incluyen los datos de la ganancia media anual en euros, desde el 2008 al 2015, de mujeres y hombres obtenida del INE.



Figura 9. Introducción de la actividad «Brecha salarial»

Con los datos de la tabla 2, el alumnado tiene que responder a las siguientes preguntas:

- El incremento porcentual de ganancias entre los años 2008 y 2015, ¿es igual para los dos sexos?

En esta fase de la actividad, al igual que en la actividad anterior, el alumnado se dispone en grupos heterogéneos, trabajando con una metodología cooperativa. Cada grupo contará con un alumno o alumna capaz de entender/transmitir

Mujeres								
2008	2009	2010	2011	2012	2103	2014	2015	
18 910,62	19 502,02	19 735,22	19 767,59	19 537,33	19 514,58	19 744,82	20 051,58	
Hombres								
2008	2009	2010	2011	2012	2103	2014	2015	
24 203,33	25 001,05	25 479,74	25 667,89	25 682,05	25 675,17	25 727,24	25 992,76	

Tabla 2. Ganancia media anual en euros

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Mujeres								
Hombres								

Tabla 3. Incremento porcentual

- 70
SÍMIL + 89
- Si observas los datos de la tabla 2 se aprecia claramente que los hombres tienen una ganancia media anual mayor que las mujeres, si comparamos cada año con respecto al 2008, ¿crees que ocurre lo mismo? Completa la tabla 3 y haz una representación gráfica en tu cuaderno.
 - Haz lo mismo que en el ejercicio anterior con la variación interanual (%).
 - Comenta los resultados obtenidos en las actividades anteriores.

los contenidos que pudieran ser de mayor dificultad (número índice y tasa de variación).

Para evitar el cansancio del alumnado con cálculos repetitivos, se explica el uso de la pequeña hoja de cálculo que tiene implementada la calculadora. Como la mayoría de los alumnos y alumnas no habían utilizado una hoja de cálculo fue necesario explicar cómo se insertan fórmulas, cómo se fijan celdas y cómo se hacen referencias a otras celdas. El hecho de trabajar por grupos cooperativos vuelve a facilitar la superación de

A	B	C	D
1 19502	25001		
2 19735	25479		
3 19767	25667		
4 19537	25682		
25001.05			

Figura 10. Generando la tabla 3 con la hoja de cálculo

Tasa de variación respecto del año 2008 (%)							
	2009	2010	2011	2012	2103	2014	2015
Mujeres	3,13	4,36	4,53	3,31	3,19	4,41	6,03
Hombres	3,30	5,27	6,05	6,11	6,08	6,30	7,39

Tabla 4. Tabla 3 completada

Tasa de variación interanual (%)							
	2009	2010	2011	2012	2103	2014	2015
Mujeres	3,13	1,20	0,16	-1,16	-0,12	1,18	1,55
Hombres	3,30	1,91	0,74	0,06	-0,03	0,20	1,03

Tabla 5. Tabla solicitada en la cuestión 3

estos momentos de instrucción técnica y utilizar la hoja de cálculo (figura 10) facilita la elaboración de las tablas necesarias para responder a las cuestiones 2 y 3 (tablas 4 y 5).

En la fase final de debate se evidencia el desconocimiento previo que tenía el alumnado sobre este tema, debido en su mayor parte al entorno sociocultural y económico en el que se encuentran, donde el papel de la mujer en la mayoría de las familias es el de ama de casa.

La posición del alumnado después de la actividad ha sido mucho más reivindicativa que a su comienzo, por lo que se da por cumplido uno de los objetivos previstos que era la utilización de las matemáticas para visibilizar la desigualdad de género.

Para concluir

La realización de actividades como las aquí presentadas permiten a nuestro alumnado apreciar la utilidad de las matemáticas en diversos contextos, e integrar distintos contenidos para la consecución de un determinado objetivo, consiguiendo que el aprendizaje de estos sea más significativo. Aunque en este artículo no se ha descrito (no era nuestro objetivo), el trabajo

cooperativo permite mejorar la atención a la diversidad y desarrollar actividades complejas dentro del aula.

El uso de distintas herramientas tecnológicas permite separar el proceso de aprendizaje de los algoritmos repetitivos y abrir el abanico de posibilidades reales a la hora de plantear actividades en el aula. En particular, las calculadoras permiten al alumnado dedicar el tiempo necesario a la comprensión de los conceptos involucrados y a la reflexión sobre los procesos realizados.

Cualquier herramienta usada en el aula sin que medie una mínima planificación y una formación sobre su manejo, desvirtúa y corrompe en muchos casos sus posibilidades dentro y fuera de la misma. La calculadora no es ajena a esta problemática, pero no creemos que su prohibición sea la única respuesta en la mayoría de los casos, ya que presenta unas posibilidades didácticas que, por el bien de nuestro alumnado, no se deben menoscabar.

Referencias bibliográficas

GUZMÁN, M. de (1995), «Impactos de la matemática sobre la cultura», *La Ciencia ante el siglo XXI*, Fundación Ramón Areces, Madrid.

JOSÉ MANUEL FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
IES Pablo Picasso, Málaga
<jmmodulor@gmail.com>

ENCARNACIÓN LÓPEZ FERNÁNDEZ
IES Reyes Católicos, Vélez-Málaga (Málaga)
<encarni18@gmail.com>

1 En el siguiente enlace se puede descargar el Proyecto Clepsidra: «Agua, matemáticas y tiempo». <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/abriendolaescuela/files/2011/10/l-2008-clepsidra.pdf>.

2 En el siguiente enlace se puede visitar el contenido del canal «Integral Matemàtiques»: <https://www.youtube.com/channel/UCNZ2ch5N_wNe_JlEHhhTGQ>.

3 En el siguiente enlace se puede acceder al INE <<http://www.ine.es/>>.